

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа новых производственных технологий

Направление подготовки (специальность) 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Отделение школы Материаловедение

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы

Проектирование и производство звена жесткой цепи

УДК: 621.771.298

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4НМ8Т	Пазылбеков Калжан Саулетович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Дронов В.В.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Подопригора И.В.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Романцов И.И.	к.т.н		

По разделу «Иностранный язык»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ	Забродина И.К.	к.пед.н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Буханченко С.Е.	к.т.н.		

Томск – 2020 г.

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код	Результат обучения
Общекультурные	
Р1	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, собирать и эффективно выбирать информацию с применением современных информационных технологий, самостоятельно обучаться новым методам исследования, осваивать новые научные и научно-производственные профили своей профессиональной деятельности
Р2	Проявлять инициативу, работать в команде, общаться устно и в письменной форме, адаптироваться к реализации межкультурных и профессиональных коммуникаций на основе использования английского языка, критически оценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности
Р3	Использовать правовые и этические нормы при оценке последствий своей профессиональной деятельности при разработке и реализации технологий изготовления и сборки изделий, в том числе с учетом социальных, экологических и экономических аспектов работы выпускника в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительного производства
Профессиональные	
проектно-конструкторская деятельность	
Р4	Формулировать цели проекта (программы), задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, строить структуру их взаимосвязей, определять приоритеты решения задач, оценивать инновационный потенциал и риски коммерциализации разрабатываемых проектов
Р5	Проводить расчеты по проектам в области разработки новых технологий в машиностроении, технико-экономическому и функционально- стоимостному анализу эффективности проектируемых и реализуемых технологий изготовления продукции, средствам и системам оснащения

P6	Выполнять разработку функциональной структуры и геометрии изделий машиностроения, их элементов, технологического оборудования, средств и технологий проектирования с использованием CAD и CAE модулей современных САПР
производственно-технологическая деятельность	
P7	Разрабатывать и внедрять новые эффективные технологии изготовления изделий машиностроения на высокотехнологичном оборудовании с применением САМ модулей современных САПР
P8	Участвовать в реализации программ испытаний физико-механических свойств материалов и готовых изделий в современном машиностроении
P9	Оценивать производственные и непроизводственные затраты на обеспечение требуемого качества изделий машиностроения, стоимость объектов интеллектуальной деятельности, управлять поступающими на предприятие материальными ресурсами, производством и жизненным циклом продукции, и ее качеством
P10	Разрабатывать мероприятия по обеспечению надежности и безопасности машиностроительного производства, стабильности его функционирования на основе современных систем и международных стандартов
организационно-управленческая деятельность	
P11	Использовать международный опыт проектного, технологического менеджмента и управления бизнес-процессами для ведения инновационной инженерной деятельности в области обеспечения эффективности техно-логических процессов жизненного цикла изделий
P12	Использовать глубокие знания по проектному менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
научно-исследовательская деятельность	
P13	Ставить и решать прикладные исследовательские задачи, разрабатывать методики, рабочие планы и программы проведения научных исследований и перспективных технических разработок, готовить

	отдельные задания для исполнителей, научно-технические отчеты, обзоры и публикации по результатам выполненных исследований
P14	Выполнять математическое моделирование процессов, средств и систем машиностроительных производств; разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение машиностроительных производств, профессионально эксплуатировать современное оборудование и приборы

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная Школа Новых Производственных Технологий

Направление подготовки (специальность) 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Отделение Материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ С.Е.Буханченко

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
4НМ8Т	Пазылбеков Калжан Саулетович

Тема работы:

Проектирование и производство звена жесткой цепи	
Утверждена приказом директора ИШНПТ (дата, номер)	Приказ <u>№59-69/с</u> от <u>28.02.2020</u>

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования: жизненный цикл звена жесткой цепи</p> <p>Предмет исследования: технологические процессы жизненного цикла</p> <p>Цель: исследование жизненного цикла звена из состава жесткой толкающей цепи.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналитический обзор по теме исследования 2. Постановка задач исследования 3. Планирование разделов диссертации 4. Решение поставленных задач 5. Проработка разделов диссертации 6. Оформление диссертации 7. Подготовка презентации
<p>Перечень графического материала</p>	<p>Презентация</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Доцент ОСГН Подопригора И.В. к.э.н</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Доцент ООД Романцов И.И. к.т.н</p>
<p>«Иностранный язык»</p>	<p>Доцент ОИЯ Забродина И.К. к.пед.н</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Введение, обзор аналогов</p>	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Дронов В.В.	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4НМ8Т	Пазылбеков Калжан Саулетович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
4НМ8Т	Пазылбеков Калжан Саулетович

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Отделение материаловедения
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	15.04.05 КТО МП

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	...
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	...
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	...

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	...
2. Разработка устава научно-технического проекта	...
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	...
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	...

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. «Портрет» потребителя результатов НТИ
2. Сегментирование рынка
3. Оценка конкурентоспособности технических решений
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ
5. Потенциальные риски

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Подопригора И.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4НМ8Т	Пазылбеков Калжан Саулетович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4НМ8Т	Пазылбеков Калжан Саулетович

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Отделение материаловедения
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	15.04.05 КТО МП

Тема ВКР:

Проектирование и производство звена жесткой цепи	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объект данного исследования – жизненный цикл звена жесткой толкающей цепи. Проводится теоретическое исследование, моделирование конструкции и разрабатывается план по подготовке к производству.</p> <p>Рабочая зона представляет собой офисное помещение с основным рабочим оборудованием ПК.</p> <p>Области применения – машиностроение, подъемные механизмы.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	<p>ТОИ Р-45-084-01 ГОСТ 12.1.005-88 СанПиН 2.2.4.3359-16 СНиП 23-05-95* ГОСТ Р МЭК 61140-2000 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 СанПиН 2.2.4.548-96 СНиП 21-01-97* СП 52.13330.2010 № 89-ФЗ от 24.06.1998 № 128-ФЗ от 08.08.2001 СанПиН 2.1.7.1322-03</p>
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<p>Вредные факторы во время проведения исследования: повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная влажность воздуха; отсутствие или нехватка освещения; электромагнитное излучение; шум, вибрации; длительность сосредоточенного наблюдения.</p> <p>Опасные факторы, относящиеся к оборудованию: возможность поражения электрическим током, повышенный уровень статического электричества.</p> <p>Рассмотреть: требования электробезопасности.</p>
3. Экологическая безопасность:	Приведен анализ воздействия на литосферу. Рассмотрен процесс утилизации ПК, люминесцентных ламп и макулатуры.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС - возгорание оборудования, пожар.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
02.03.2020	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Романцов Игорь Иванович	К.Т.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4НМ8Т	Пазылбеков Калжан Саулетович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 135 с., 54 рисунок, 21 таблица, 1 схема, 15 источников, 8 прил.

Ключевые слова: жизненный цикл, проектирование, звено, жесткая цепь, технологический процесс, производство.

Объектом исследования является жизненный цикл звена жесткой цепи.

Предметом исследования технологические процессы жизненного цикла.

Целью данной работы является исследование жизненного цикла звена из состава жесткой толкающей цепи.

В процессе исследования проводились работы по анализу существующих конструкций звеньев и толкающих цепей, технологии изготовления и этапов технологического процесса.

В результате исследования разработана конструкция звена жесткой цепи, соответствующая ТЗ на разработку, технологический процесс.

Степень внедрения: научная разработка практического значения.

Область применения: мелкосерийное производство толкающих цепей и подобных устройств.

Экономическая эффективность/значимость работы состоит в оригинальности разработанной конструкции, использование толкающей цепи в качестве альтернативы другим подъемным устройствам.

В будущем планируется практическое применение результатов исследования на одном из предприятий, специализирующимся на производстве антенно-мачтовых устройств.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2013. Для проектирования изделия использовался САПР SolidWorks 2016. При создании схем и РКД использовался продукт КОМПАС-3D-V16.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей работе были использованы следующие сокращения:

PLM Product Lifecycle Management

PDM Product data management

Arrius-PLM Управление жизненным циклом изделия

ТЗ – Техническое задание

САПР - Система Автоматизированного Проектирования

ЕСКД – Единая Система Конструкторской Документации

SW - SolidWorks Professional

SWR – SolidWorks Russia

ТТ – Технические требования

РКД – Рабочая конструкторская документация

ГОСТ – Межгосударственный стандарт

ТП – Технологический процесс

ГПЗ – Годовой план производства

МиК – Материалы и Комплектующие

СМК – Сертификат менеджмента качества

ЕГРЮЛ – Единый Государственный Реестр Юридических Лиц

В настоящей работе были использованы следующие нормативы:

1 ГОСТ 1577-93 Прокат толстолистовой и широкополосный из конструкционной качественной стали.

2 ГОСТ 19903-2015 Прокат листовой горячекатаный. Сортамент

3 ГОСТ 30893.1 – 2002 Основные нормы взаимозаменяемости. Общие допуски. Предельные отклонения линейных и угловых размеров с неуказанными допусками

4 ОСТ4 Г0.070.014 Детали радиоэлектронной аппаратуры. Общие технические условия.

5 ОСТ4 Г0.070.015 Сборочные единицы радиоэлектронной аппаратуры. Общие технические условия.

6 ГОСТ 13942-86. Кольца пружинные упорные плоские наружные эксцентрические и канавки для них. Конструкция и размеры.

7 ГОСТ 11371-78. Шайбы. Технические условия.

8 ГОСТ 2590-2006 Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый.

Сортамент

9 ГОСТ 1050-2013Metalлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия (с Поправкой)

10 ГОСТ 2.103-2013 Единая система конструкторской документации.

Стадии разработки

11 ГОСТ 2.104-2006 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Основные надписи.

12 ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.

13 ГОСТ 8-82 Станки металлорежущие. Общие требования к испытаниям на точность.

14 СанПиН 2.1.7.1322-03 Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления.

15 СТО ТПУ 2.5.01–2006 Система образовательных стандартов. Работы выпускные квалификационные, проекты и работы курсовые. Структура и правила оформления.

16 ГОСТ 7.32-2017 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

Содержание

Введение.....	17
1 ПРИНЦИП РАБОТЫ.....	20
2 ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ АНАЛОГОВ.....	23
3 РАСЧЕТ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЖЕСТКОЙ ЦЕПИ.....	28
3.1 Определение потребности.....	30
3.2 Разработка концептов.....	30
3.3 Конструкторское проектирование.....	33
3.3.1 3Д-проработка узлов.....	34
3.3.2 Проектирование деталей.....	36
3.3.3 Подбор комплектующих.....	42
3.3.4 Подбор материалов.....	43
3.3.5 Разработка и согласование РКД.....	44
3.4 Технологическое проектирование.....	47
3.4.1 Технологический процесс.....	49
3.4.2 Расчет времени изготовления.....	51
3.4.3 Подбор оборудования.....	55
3.5 Материально-техническое обеспечение.....	63
3.5.1 Формирование заявок.....	63
3.5.2 Подбор поставщиков.....	64
3.6 Входной контроль.....	65
3.7 Изготовление.....	67
3.8 Технический контроль.....	68
3.9 Сбор, хранение и утилизация.....	69
4 Расчет производственного участка.....	71

4.1 Постановка задачи перед цехом	71
4.2 Общее описание эргономики устройства производственных участков.....	72
4.3. Размещение	72
4.4 Расчет параметров производственного участка.....	74
4.5 Альтернативная технология изготовления.....	76
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ	79
5.1 Анализ конкурентных технических решений	79
5.2 Расчет финансовой сметы	81
5.2.1 Расчет затрат на материалы	82
5.2.2 Расчет затрат на оборудование	83
5.2.3 Расчет затрат заработной платы и соц. обязательств	84
5.2.4 Расчет сопутствующих производственных затрат	85
5.2.5 Расчет амортизации	86
5.2.6 Расчет затрат электроэнергии	87
5.2.7. Итоговый расчет себестоимости	87
6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	89
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	89
6.1.1 Правовые нормы трудового законодательства	89
6.1.2 Эргономические требования к расположению и компоновке рабочей зоны с ПЭВМ	91
6.2 Производственная безопасность. Анализ вредных и опасных факторов, возникающих при проектировании звена жесткой цепи	93
6.3 Экологическая безопасность.....	102
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	105
Заключение	107

Литература	108
Приложение А	110
Приложение Б.....	115
Приложение В1. ФЮРА.713141.001 Втулка, Чертеж детали	130
Приложение В2. ФЮРА.713651.001 Ролик, Чертеж детали	131
Приложение В3. ФЮРА.715413.001 Ось, Чертеж детали	132
Приложение В4. ФЮРА.303629.001 Звено, Спецификация	133
Приложение В5. ФЮРА.743256.001 (-01) Пластина, Чертеж детали	134
Приложение В6. ФЮРА.303629.001 СБ Звено, Сборочный чертеж	135

Введение

С развитием уровня внедрения механизации, происходит развитие и поиск новых конструкторских и технологических решений. Увеличение требований к конструкциям и принципам работы механизмов приводит к поиску новых решений.

В процессе эксплуатации антенно-мачтовых устройств, возникло требование в применении толкающего механизма, работающего от электричества и имеющего компактные размеры. Отталкиваясь от данной потребности, было решено изучить нетипичные способы подъема грузов. Ниже будет рассмотрено решение, удовлетворяющее поставленным требованиям.

Объектом исследования является жизненный цикл звена жесткой цепи.

Предметом исследования является технологические процессы жизненного цикла.

Цель: исследование жизненного цикла звена из состава жесткой толкающей цепи. Жесткая толкающая цепь служит для перемещения полезной нагрузки в пространстве.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- 1 Изучение принципа работы жесткой цепи;
- 2 Обзор существующих аналогов и выбор прототипа;
- 3 Составление технического задания;
- 4 Проектирование звена цепи;
- 5 Разработка технологического процесса изготовления изделия;
- 6 Компоновка производственного участка;
- 7 Оценка себестоимости объекта;
- 8 Анализ изменения ЖЦИ при изменении технологии производства;
- 9 Анализ безопасности труда.

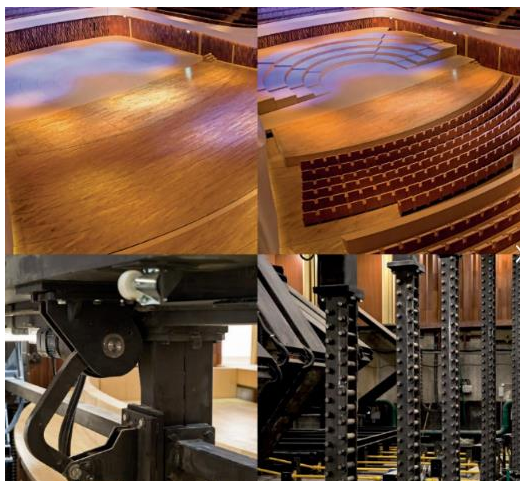
Актуальность исследования и применения толкающих цепей подтверждается высокими характеристиками и возможностями приводов с

жесткими цепями за счет таких характеристик как – экономичность, малые габариты, эргономичность, ремонтпригодность, удобство в эксплуатации, широкий спектр применения.

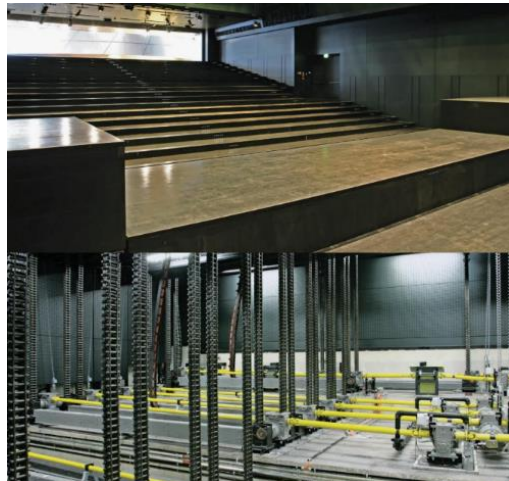
Практическая значимость заключается в применении жестких цепей в конструкциях подъемных устройств.

Примеры применения:

1 Сцены в постановочных залах и театрах (рисунок 1-3);



*Рисунок 1 – Концертный холл
Зарядье*



*Рисунок 2 – Выставочный центр
BMW (Мюнхен)*

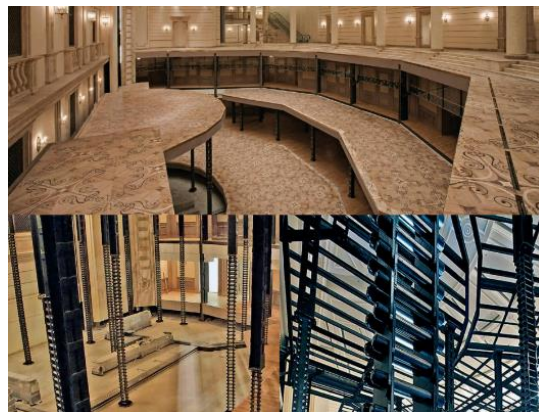


Рисунок 3 – Сцена Большого Театр

2 Подъемники платформ с пантографами поддержки.



Рисунок 4 – Сценическая платформа

3 Подъемники грузов (склады, контейнеры, судовые устройства)
(рисунок 5);



Рисунок 5 – Подъемная платформа

4 Транспортёры (рисунок 6);



Рисунок 6 – Транспортёр

1 ПРИНЦИП РАБОТЫ

Задача жесткой цепи заключается в толкающей функции, при которой положение звеньев жесткой цепи переводится из горизонтального в вертикальное (рисунок 7).

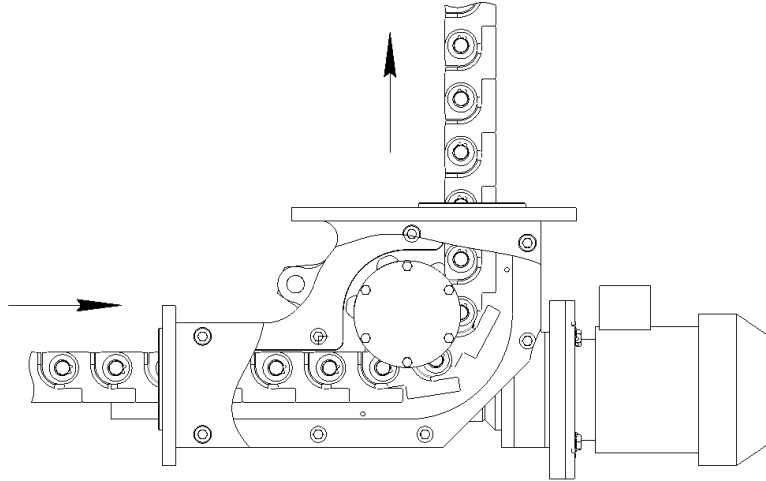


Рисунок 7 – Траектория цепи

При вращении звездочки, ее зубья при поворотах упираются в опорные ролики звена и производят толкающее действие (рисунок 8).

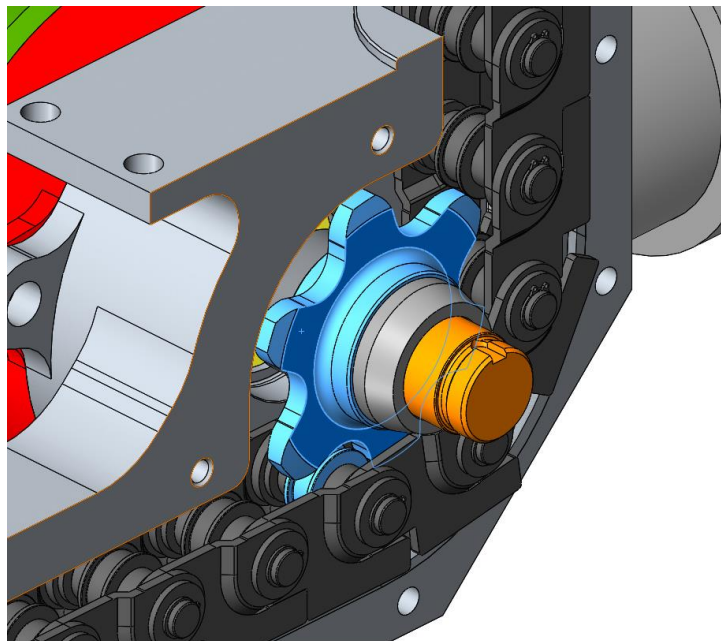


Рисунок 8 – Зацепление звездочки

Звенья цепи имеют упорные хвостовики, за счет которых происходит смыкание звеньев в единую цепь (рисунок 9). Между звеньями создается одностороннее замковое соединение.

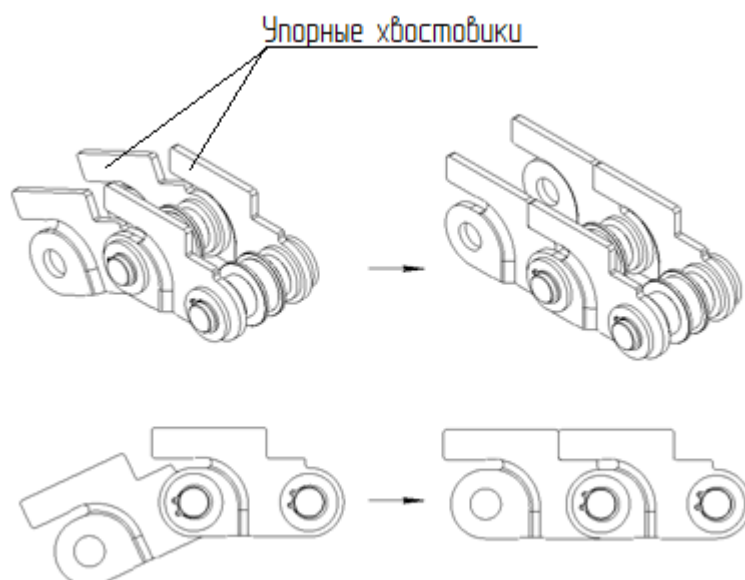


Рисунок 9 – Зацепление звеньев

Укладка и движение цепи происходит за счет осевого вращения звеньев. Степень свободы определяется наличием упорных хвостовиков. Это и позволяет осуществлять толкающую функцию цепи (рисунок 10).

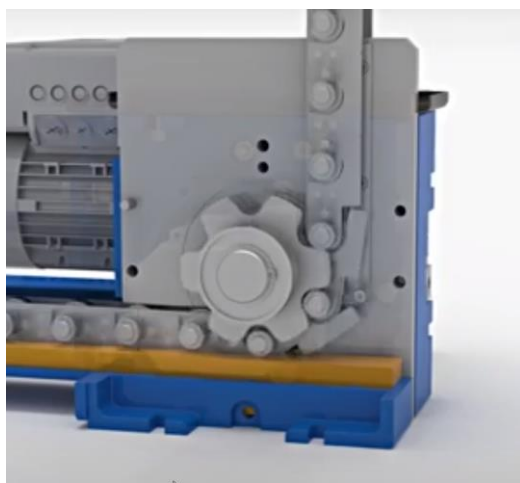
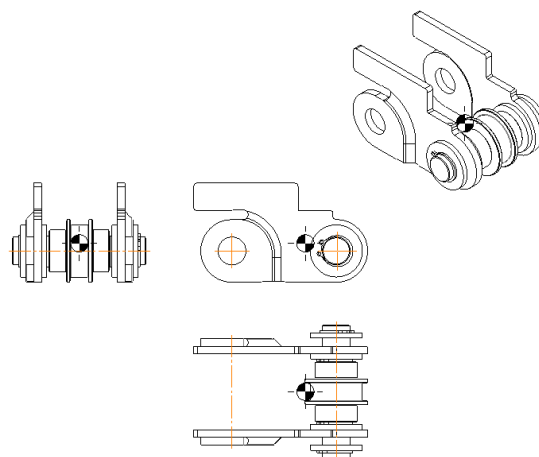


Рисунок 10 – Движение цепи



*Рисунок 11 – Общий вид
концепта звена*

При выдвигении, центр тяжести звеньев смещается, приводит к образованию плавных изгибов и смещению вектора движения от вертикали, что приводит к ограничениям по длине свободного вылета участка цепи. Для исправления этого, в комбинации с жесткой цепью используют устройства направления – пантографы, направляющие, замки сцепления, опорные плоскости (рисунок 12).



Рисунок 12 – Пример использования цепи с упорами

Рассматриваемое в данной работе звено жесткой цепи относится к составной части подъемно-транспортных машин, характеризующиеся периодичностью действия (грузоподъемные краны, лифты, подъемники, напольный транспорт). Цикл работы состоит из попеременно возвратных движений с остановками.

2 ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ АНАЛОГОВ

В обзоре аналогов рассмотрены два крупных производителя, специализирующихся на производстве аналогичной продукции и два патента.

1 Компания SERAPID.

Компания SERAPID проектирует и производит телескопические механические домкраты. Компания производит стандартную продукцию в ассортименте и предоставляет индивидуальные решения, разрабатываемые для той или иной единичной или многократной потребности [1]. Компания расположена во Франции.



Рисунок 13– Подъемник автомобилей

Линейка подъемных цепей данного производителя обширна и меняется в зависимости от веса перемещаемого груза и способа монтажа.

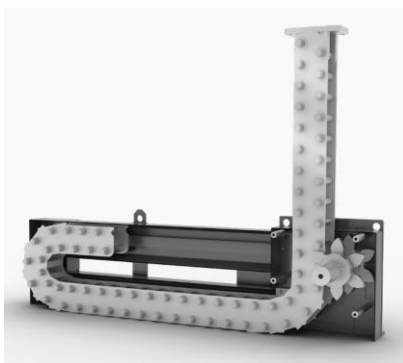


Рисунок 14 – Цепь SERAPID с магазином

Из линейки цепей Serapid рассмотрим цепь типоразмера ChainLift 40 (рисунок 15).

Model	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
ChainLift 40	60	101	140	10	202	255	168	59	25	110	5	M10	20	M8	130	R40	49	70	70	100	100	10	198
ChainLift 60	70	136	170	14	272	350	200	95	45	150	6	M16	32	M10	170	R60	70	90	90	130	130	11	271

All dimensions in mm.

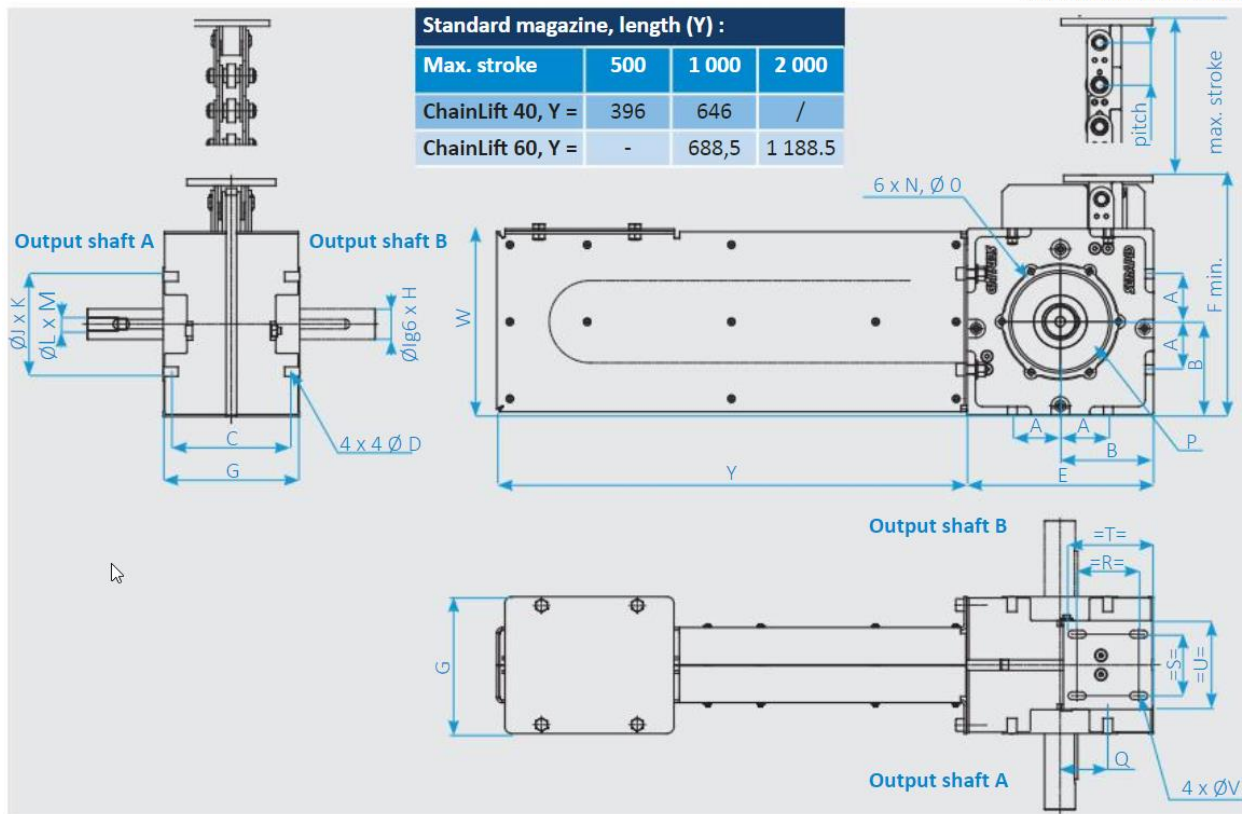


Рисунок 15 – Чертеж цепи ChainLift40

Это самая легкая из линейки цепь со следующими характеристиками:

- грузоподъемность – 7,5 кН;
- максимальный ход – 1 м;
- максимальная скорость – 200 мм/с;
- шаг звена – 40 мм;
- минимальный радиус – 40 мм;
- масса цепи – 7,5 кг/м;

2 Компания GROB-WERKE GmbH & Co. KG.

Компания расположена в г. Миндельхайм, Германия.

Ассортимент продукции компании включает в себя ряд оборудования от универсальных обрабатывающих центров до производственных систем с

системами автоматизации, от модулей для обработки металлов резанием до автоматизированных сборочных линий. Одним из направлений деятельности является проектирование и производство подъемных механизмов [2].

3 Патент № ЕА200602106А1 20071026 от 2007.10.26 на тягово-толкающую цепь и привод [3].

Патент на тягово-толкающую цепь, которая может сгибаться только в одном направлении. Предложена тягово-толкающая цепь, приводимая в движение через звенья и выполненная с возможностью сгиба только в одном направлении.

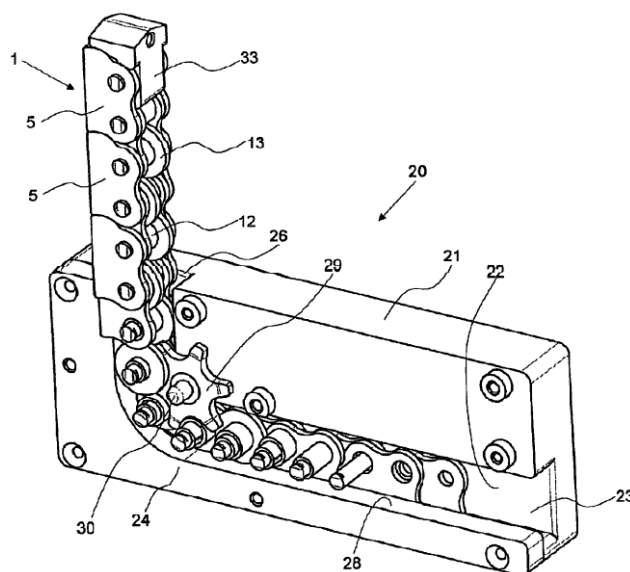


Рисунок 16 – Эскиз привода и цепи

В патенте раскрыта тягово-толкающая цепь, образованная парами внутренних и наружных звеньев, причем чередующиеся пары внутренних звеньев последовательно соединены с чередующимися парами наружных звеньев параллельными валиками с роликами. Края звеньев имеют кромки, примыкающие друг к другу так, чтобы предотвратить изгиб цепи при вращении звеньев вокруг своих шарниров в одном направлении, но при этом позволить цепи свободно изгибаться в другом направлении.

Тягово-толкающая цепь, используемая в приводе со звездочкой для приведения ее в движение, содержит пары внутренних и наружных звеньев. На каждом из валиков размещены по меньшей мере два ролика, один из которых

предназначен для взаимодействия со звездочкой, а другой - поддерживает направляющая поверхность привода.

На рисунке 17 показана аксонометрическая проекция распрямленной тягово-толкающей цепи с вырезом.

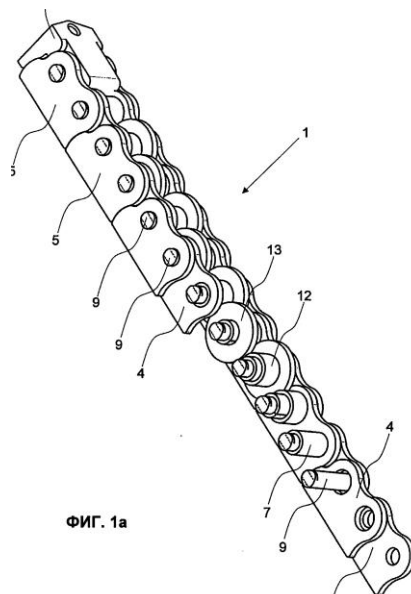


Рисунок 17 – Участок цепи

4 Патент SU 1120153 от 12.08.83. М. Д. Мордовин и А. Ф. Никульников [4].

Патент на цепной толкатель для перемещения поддонов, содержащий привод, звездочку, пластинчатую цепь в виде звеньев, связанных посредством шарниров и ограничительных роликов, толкающее звено и направляющий лоток.

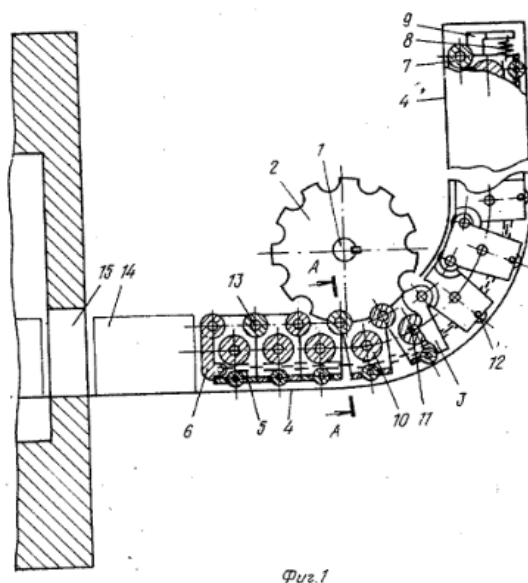


Рисунок 18 – Эскиз привода и цепи (Патент SU 1120153)

Устройство состоит из ведущего вала 1, зубчатого колеса 2, звеньев 3, направляющего лотка 4, гибкого элемента 5, толкающего звена цепи 6, последнего звена 7, узла 8 натяжения пружины, кронштейна 9, опорных роликов 10, посаженных с возможностью вращения на пальцах 11, ограничительных роликов 12, шарнирного соединения цепи 13.

При повороте ведущего вала 1 на необходимый угол по часовой стрелке поворачивается зубчатое колесо 2. Звенья 3, ведомые по лотку 4, по мере выхода из зацепления взаимно прижимаются торцами и выстраиваются прямолинейно. Торцы несут основное напряжение сжатия, тем самым повышая долговечность работы толкателя. В целях увеличения жесткости звенья 3 сжимаются гибким элементом 5 от толкающего звена 6 до последнего звена 7 с помощью узла 8 натяжения (пружины), закрепленного на кронштейне 9, который жестко связан с последним звеном 7. Приблизившись к заготовке 14, толкающее звено 6 перемещает ее по лотку 4 через окно 15 в зону нагрева печи.

Такое выполнение цепного толкателя позволяет передавать необходимые усилия от узла натяжения к рабочему звену толкателя как при большом, так и при малом радиусе изгиба цепи. Выстраивающиеся в прямую линию звенья плотно прилегают друг к другу торцами, а гибкий элемент служит для взаимного прижатия торцов звеньев цепи, что обеспечивает их прямолинейность и необходимую жесткость в развернутом виде.

3 РАСЧЕТ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЖЕСТКОЙ ЦЕПИ

Плановость и системный подход при проектировании не только изделия, но и при проектировании процесса производства в современном консорциуме производства занимает первостепенное место. На этапе проектирования идея и концепт принимают четкие и осмысленные формы. Появляется развернутое и структурированное понимание потребностей, и масштаб будущих работ, а также вероятные трудности и пути их решения.

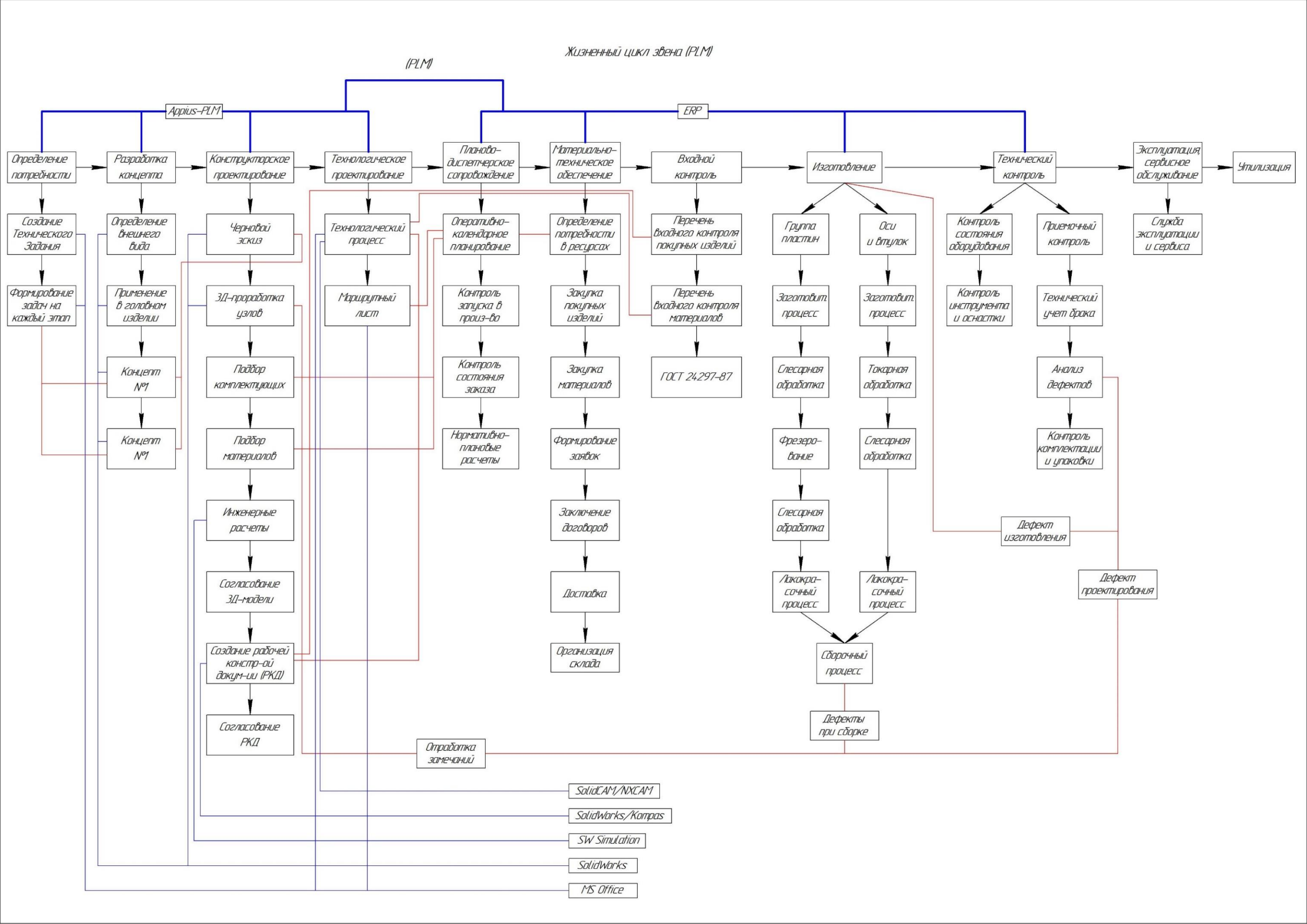
Жизненный цикл звена (Product Lifecycle Management (PLM)) включает в себя совокупность процессов, выполняемые от момента определения потребности и до утилизации после его использования. Базовые этапы жизненного цикла звена:

- определение потребности;
- разработка концепта;
- конструкторское проектирование;
- технологическое проектирования;
- планово-диспетчерское сопровождение;
- материально-техническое обеспечение;
- входной контроль;
- изготовление;
- технический контроль;
- эксплуатация и сервисное обслуживание;
- утилизация.

Перечень задействованных программных решений и САПР:

- Product data management (PDM) – система управления данными об изделии. Здесь задействован программный комплекс Appius-PLM Управление жизненным циклом изделия;
- MS Office. (Microsoft Word, Microsoft Excel);
- SolidWorks Professional
- Компас-График.

С х е м а №1 – Схема жизненного цикла изделия



3.1 Определение потребности

В рамках данной работы принимается, что идея уже сформирована и направлена на разработку и производство. Рассматриваемое в данной работе звено из состава жесткой цепи является элементом, приводящим в действие механизм подъема или движения. Соответственно, цепь устанавливается в головное изделие как составная часть и имеет ряд ограничений и требований, которые будут раскрыты ниже в Техническом Задании.

В связи с тем, что звено цепи является единым элементом из себе подобных в составе общей цепи, в Техническом Задании требования и задачи относящиеся к цепи будут относиться к звену и наоборот (Приложение А).

Для выполнения поставленных в ТЗ задач, весь процесс жизненного цикла необходимо разбить на участки и сформировать соответствующие задачи для каждой службы предприятия, отвечающей за свой раздел жизненного цикла изделия. В своей работе подразделения должны руководствоваться Техническим Заданием на проектировании и Техническим Заданием на изготовление.

3.2 Разработка концептов

Начало проектирования изделия как во всех случаях начинается с черновых набросков – концептов. Формируется внешний вид и его применение в головном изделии.

При разработке концептов учитывается два типа звеньев – цепи для увеличенной нагрузки и цепи для низкой нагрузки.

При формировании внешнего вида учитывается изучение аналогов и возможности технологической базы на производстве.

Звено тип №1

За основу звена первого типа взяты цепи производства Serapid.

Основой цепи являются две стальные пластины, скрепленные между собой осью (рисунок 19).

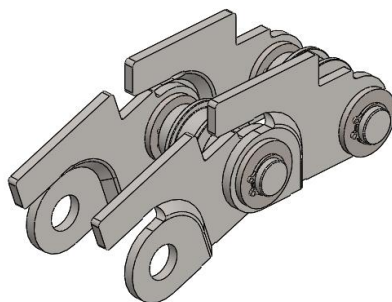


Рисунок 19 – Звено цепи

Пластины в конструкции содержат хвостовики, с помощью которых происходит зацепление звеньев и их поддержка друг друга (рисунок 20).

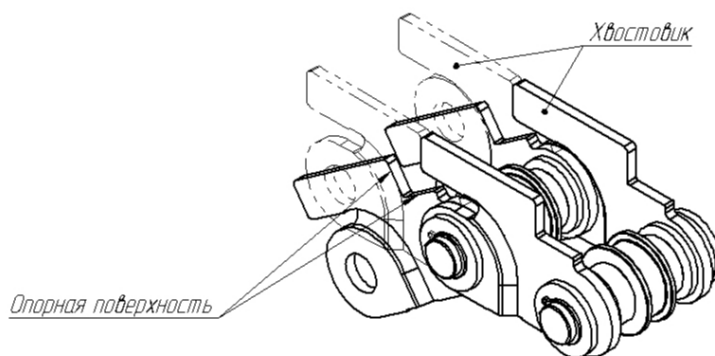


Рисунок 20 – Зацепление звеньев

Хвостовик звена в качестве упора должен находиться в одной плоскости с хвостовиком следующего звена. Для этого, в пластинах сделана выемка, в которую утоплена пластина следующего звена (рисунок 21).

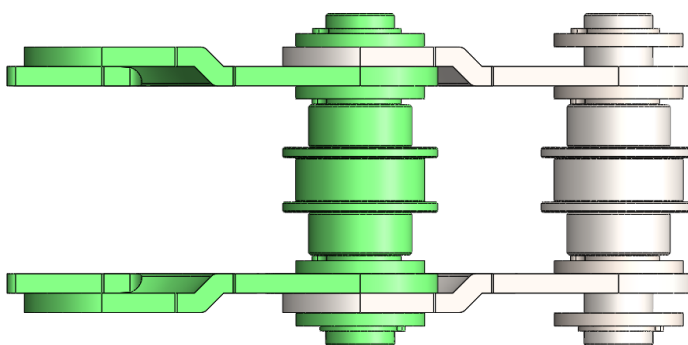


Рисунок 21 – Два звена

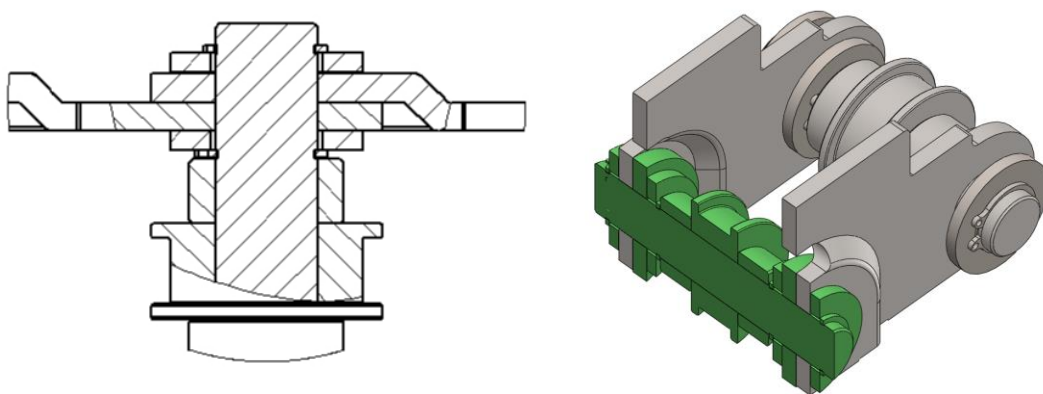


Рисунок 22 – Осевой узел звеньев

Основным преимуществом данной конструкции является ее меньшие габариты и вес в сравнении со звеном типа №2, описанного ниже. Данный тип звеньев используется в перемещении грузов, не превышающих 200 кг.

Звено тип №2

За основу концептуального решения звена типа №2 взят патент № ЕА200602106А1 20071026 от 2007.10.26

Базу конструкции звена цепи составляют пластины листового металла. Сцепка пластин друг с другом осуществляется через упоры на вал (рисунок 23).

Для звеньев такого типа предъявляются повышенные требования к прочности соединений и стойкости к высоким нагрузкам.

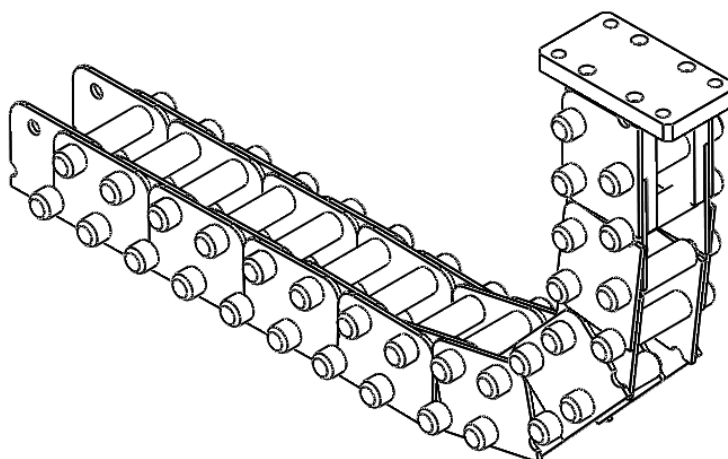


Рисунок 23 – Звено тип №2

Угловая степень свободы осуществляется через осевые ограничители (рисунок 24).

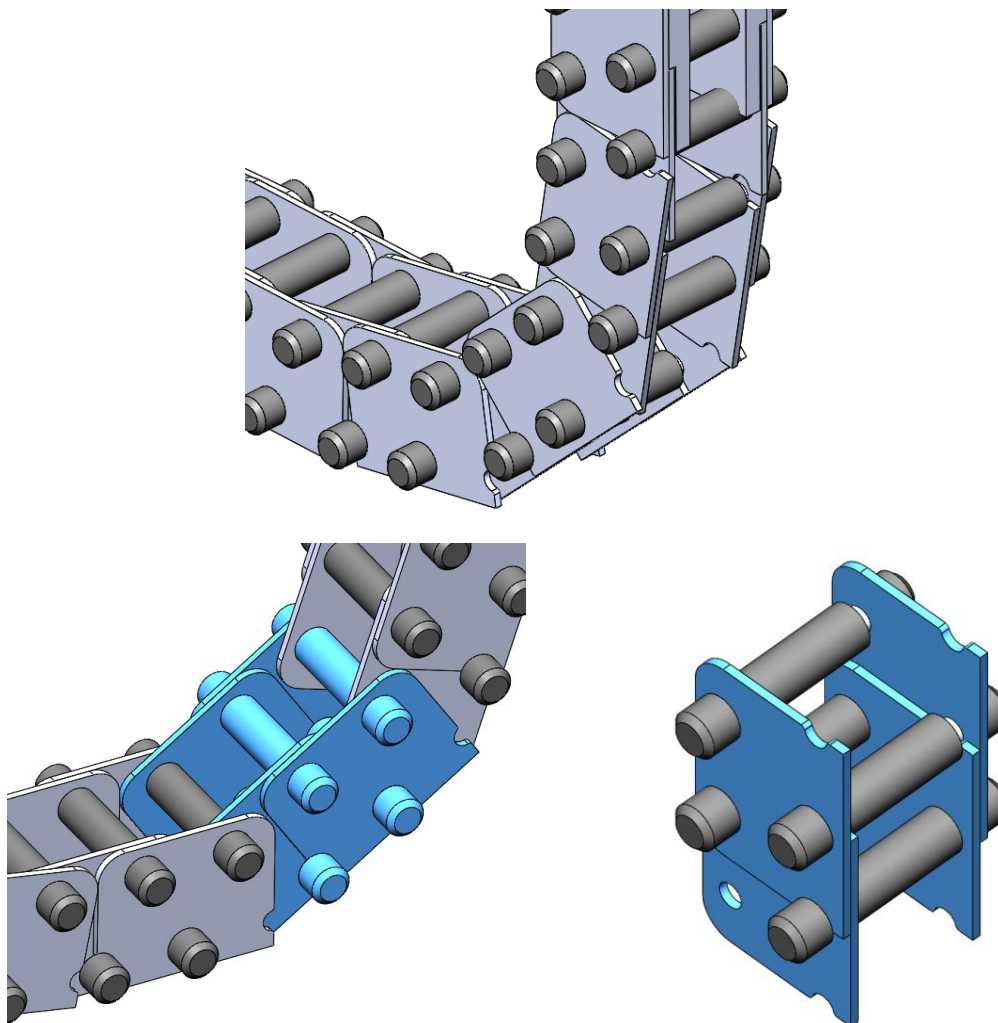


Рисунок 24 – Осевые ограничители

3.3 Конструкторское проектирование

В данной работе рассматривается жизненный цикл звена типа №1. Технологические этапы изготовления рассматриваемых типов звеньев схожи. Звено №1 на этапе рассмотрения концептуального решения принято в работу.

На этапе чернового эскиза, разработка, как правило, ведётся с помощью карандаша и бумаги. Создается основная идея, разбивка на узлы и структура изделия. Данную работу проводит, как правило, ведущий инженер-конструктор.

3.3.1 3Д-проработка узлов

В связи с тем, что во время учебного процесса и на большом количестве предприятий широко применяется САПР (Система Автоматизированного Проектирования) компании SolidWorks Corporation, в проектировании 3D-моделей и чертежей деталей будет использован программный комплекс SolidWorks.

Разработка спецификации и сборочного чертежа производится в САПР компании «АСКОН» - КОМПАС «Графика» 16.0. Выбор пал на данную программу, т.к. в ней максимально точно применены стандарты ЕСКД, а также, в связи с тем, что формирование спецификации и сборочного чертежа в САПР SolidWorks затруднительно в связи с отсутствием в распоряжении работника модуля SWR, который бы позволил оформить документацию согласно ЕСКД. Дополнительно, увеличение списка осваиваемых программных продуктов позволит выполнить сравнение данных программных продуктов и расширить собственные знания по данной тематике. Однако, оформление конструкторской документации именно на детали в SW не встречает никаких затруднений.

3Д-модель детали и сборочной единицы является определяющим элементом в процессе проектирования. В связи с тем, что проектирование носит «сквозной» характер, 3Д модель должна содержать максимальное количество информации об изделии. Также, в контексте создания 3Д-модели звена, необходимо учитывать его работу в головном изделии – в цепи, в совокупности с приводом (рисунок 25).

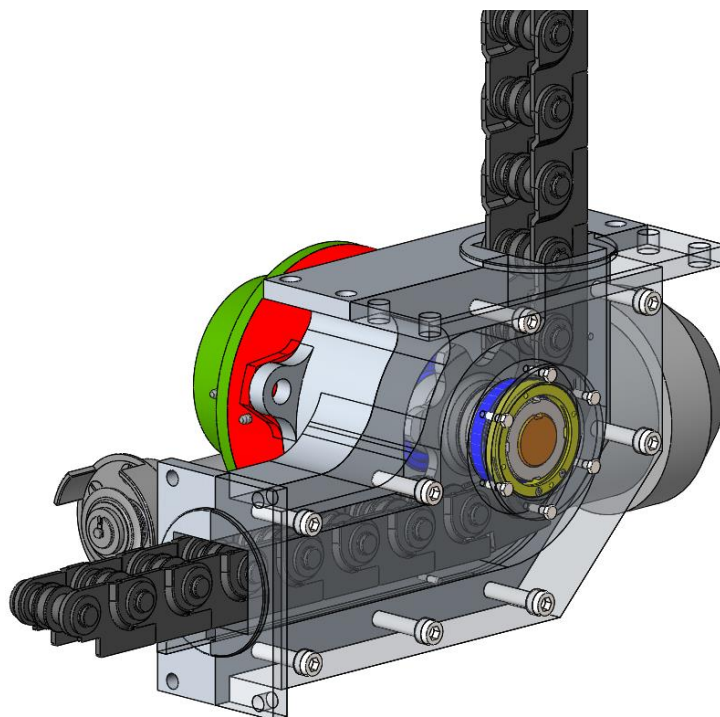


Рисунок 25 – Система «звено-цепь-привод»

В связи с тем, что цепь приводится в движение посредством толкающего воздействия звездочки, в звеньях цепи предусмотрен ролик, который взаимодействует с зубьями звездочки. Ролик звена должен свободно вращаться, не иметь люфтов и иметь бортики для позиционирования зубьев звездочки (рисунок 26).

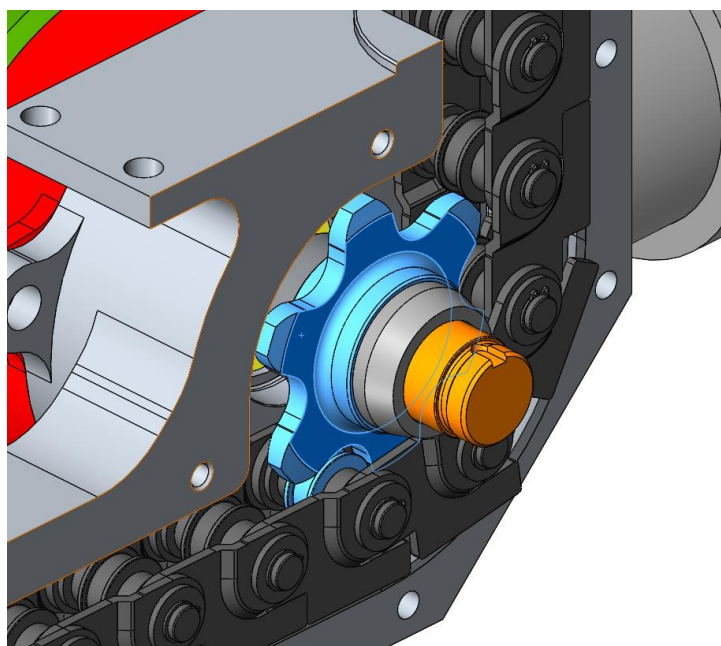


Рисунок 26 – Момент зацепления звена зубьями звездочки

Свойство цепи сгибаться только в одну сторону достигается с помощью зацепляющих хвостовиков в пластинах ФЮРА.743256.001 и ФЮРА.743256.001-01 (Приложение В). Также, в пластинах предусмотрены выемки для бесконфликтного осевого перемещения пластин (рисунок 27).

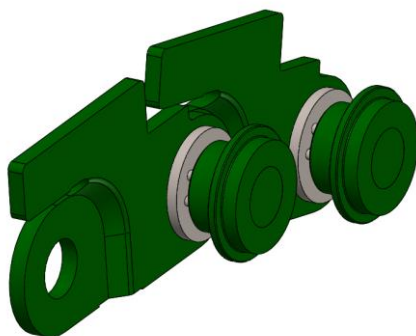


Рисунок 27 – Сцепка пластин звеньев

3.3.2 Проектирование деталей

Проектирование пластин ФЮРА.743256.001 и ФЮРА.743256.001-01

Пластина ФЮРА.743256.001 и ФЮРА.743256.001-01 отличаются друг от друга зеркальностью. В остальном эти детали абсолютно идентичны. В связи с этим, сначала моделируем основное исполнение пластины, и далее от нее делаем зеркальное исполнение.

Моделирование параметрической модели осуществляем с максимальным приближением к технологическим процесс при реальном изготовлении детали.

Во-первых, формируется заготовка размерами 57х100х9 мм. Здесь уже становится известно, что предполагается использовать для изготовления листовой металл толщиной 9 мм. В качестве альтернативы можно использовать металл толщиной 10 мм, но с последующей обработкой. В проектировании, однако, это не закладывается (рисунок 28).

Обрезка контура пластины звена, фрезеровка контура хвостовика, фрезеровка фаски на стыке плоскости хвостовика и основной плоскости, выполнение двух отверстий - имитируют технологическую обработку заготовки для придания ей основных очертания детали.

Далее, происходит фрезеровка выемки на противоположной стороне, выполнение фаски и скруглений (рисунок 29).

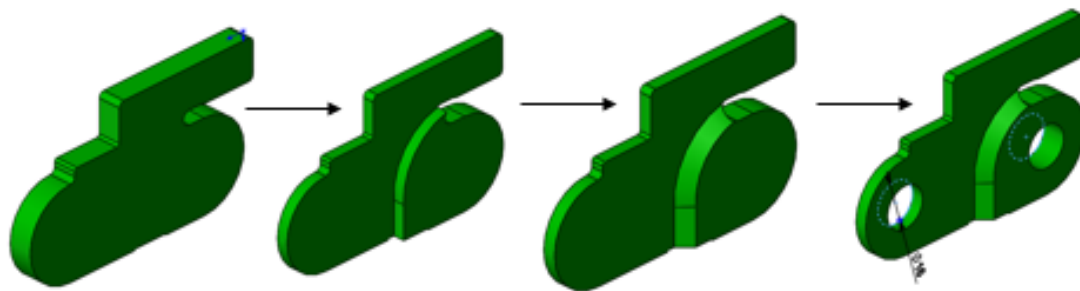


Рисунок 28 – Обработка пластины



Рисунок 29 - Фрезерование противоположной стороны

Дальнейшим шагом будет заполнение свойств модели. Т.к. чертеж детали будет в дальнейшем разрабатываться в SW, то необходимо заполнить все свойства модели, технические требования, значения масс, основной надписи и т.д.

Заполнение свойств детали в части данных основной надписи вносим в модуле Свойства пользователя. Данный модуль создан с помощью инструмента Property Tab Builder (рисунок 30). Здесь мы заполняем требуемые данные основной надписи:

- разработчик;
- проверяющий;
- обозначение;
- наименование;
- первичная применяемость;
- масса.

Рисунок 30 – Заполнение свойств

Также, с помощью инструмента Заметки вводим Технические требования, которые размещаются в поле детали (Рисунок 31).

Для расчета массы, присваиваем модели материал – простая углеродистая сталь.

Согласно ТЗ, окрашиваем модель в защитный цвет (ХВ-518). Эти данные заполняются в дереве FeatureManager (рисунок 32).

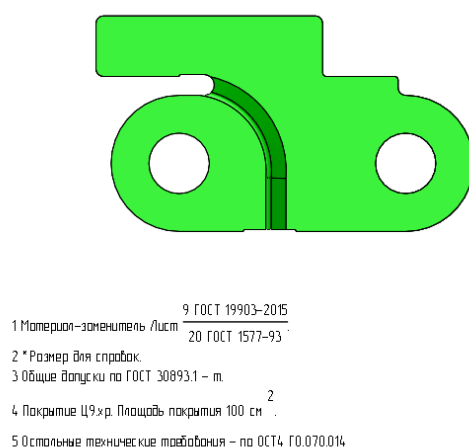


Рисунок 31 – Технические требования

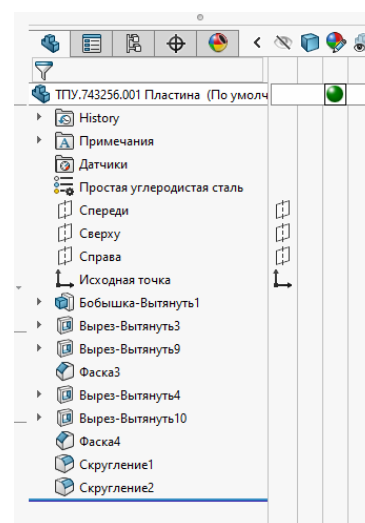


Рисунок 32 - Материал

При создании Технических Требования, руководствовались требованием Технического Задания о введении материала-заменителя, вида покрытия и о минимизации люфтов в осевых сопряжениях.

Основным материалом выбрана сталь Ст3пс ГОСТ 1577-93 «Прокат толстолистовой и широкополосный из конструкционной качественной стали», а в качестве материала заменителя выбрана сталь 20 ГОСТ 1577-93. Сортамент для основного материала и заменителя выбран толщиной 9 мм по ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный. Сортамент».

Допуски в детали устанавливаем по группе основных допусков. Для этого указываем группу m (средние) для линейных размеров по ГОСТ 30893.1 – 2002. (рисунок 33).

5.1 Предельные отклонения линейных размеров, кроме размеров притупленных кромок (наружных радиусов скругления и высот фасок), по классам точности общих допусков приведены в таблице 1.

Таблица 1

Класс точности	Размеры в миллиметрах										
	Предельные отклонения для интервалов номинальных размеров										
	от 0,5 до 3	св. 3 до 6	св. 6 до 30	св. 30 до 120	св. 120 до 400	св. 400 до 1000	св. 1000 до 2000	св. 2000 до 4000	св. 4000 до 6000	св. 6000 до 8000	св. 8000 до 10000
Точный f	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	-	-	-	-
Средний m	±0,10	±0,10	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±5	±8
Грубый c	±0,20	±0,30	±0,5	±0,80	±1,2	±2,0	±3,0	±4	±8	±12	±20
Очень грубый v	-	±0,50	±1,0	±1,5	±2,5	±4,0	±6,0	±8	±12	±20	±30
Примечание - Для размеров менее 0,5 мм предельные отклонения следует указывать непосредственно у номинального размера.											

Рисунок 33 – Выдержка из ГОСТ 30893.1 – 2002.

Построение модели пластины ФЮРА.743256.001-01 идентично описанному выше, за исключение того, что все элементы исполнения -01 зеркальны к основному исполнению (Приложение В5).

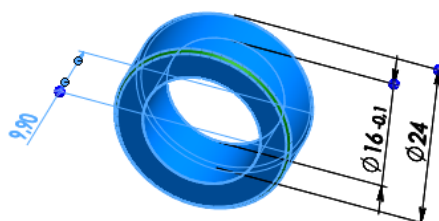
Проектирование втулки ФЮРА.713141.001

Методика построения модели и заполнение ее свойств по своему способу идентичны проделанной работе при проектировании пластины ФЮРА.743256.001.

Втулка представляет собой цилиндрическую деталь с осевым отверстием. Основная задача втулки – позиционирование ролика ФЮРА.713651.001 и предотвращение заклинивания трущихся поверхностей в работе.

Для изготовления втулки применяем круг из стандартного сортамента диаметром 24 мм. Отверстие в круге выполняем диаметром 16 мм с нижним допуском 0,1 мм.

В технических требованиях вносим материалы-заменители, указываем группу общих неуказанных допусков и покрытие цинком толщиной 9 мкм. Для расчета массы устанавливаем материал – простая углеродистая сталь (рисунок 34).



- 1 Материал-заменитель:
 - Круг 24 ГОСТ 2590-2006/10 ГОСТ 1050-2013;
 - Круг 24 ГОСТ 2590-2006/15 ГОСТ 1050-2013;
- 2 *Размер для справок.
- 3 Общие допуски по ГОСТ 30893.1 – т.
- 4 Покрытие Ц9.хр. Площадь покрытия 17 см².
- 4 Остальные технические требования – по ОСТ4 ГО.070.014.

Рисунок 34 – Втулка ФЮРА.713141.001

Проектирование Ролика ФЮРА.713651.001

Методика построения модели, заполнение ее свойств по своему способу идентичны проделанной работе в проектировании пластин ФЮРА.743256.001 и ФЮРА.743256.001-01.

Ролик представляет собой цилиндрическую деталь с осевым отверстием и бортами по внешнему контуру ролика. Основная задача ролика – передача

вращения звездочки привода непосредственно самой цепи. Таким образом, в ролик будут упираться зубья звездочки и при вращении толкать цепь.

Для изготовления ролика применяем круг из стандартного сортамента диаметром 36 мм. Отверстие в ролике выполним диаметром 16 мм с верхним допуском 0,1 мм.

В технических требованиях вносим материалы-заменители, указываем группу общих неуказанных допусков и покрытие цинком толщиной 9 мкм, для расчета массы устанавливаем материал – простая углеродистая сталь (рисунок 35).

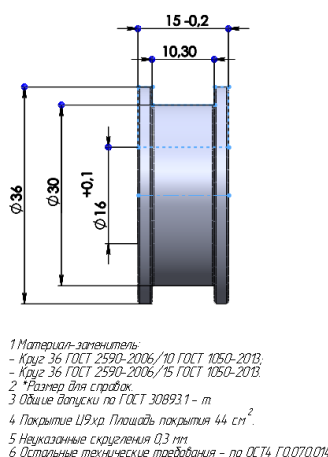


Рисунок 35 – Ролик ФЮРА.713651.001

Проектирование Оси ФЮРА.715413.001

Методика построения модели, заполнение ее свойств по своему способу идентичны проделанной работе при проектировании пластин ФЮРА.743256.001.

Ось представляет собой цилиндрическую деталь с пазами по внешнему контуру. Основная задача оси – вращение и фиксация положения втулки ФЮРА.713141.001 и ролика ФЮРА.713651.001.

Пазы на оси необходимы для монтажа внешних стопорных колец. Диаметр оси 16 мм. Стопорные кольца А16.65Г.Кд6.хр ГОСТ 13942-86. Размеры и расположение пазов под стопорные кольца необходимо брать из ГОСТ 13942-86 (рисунок 36).

2. Конструкция и размеры колец и канавок для них должны соответствовать указанным на чертеже и в таблице.

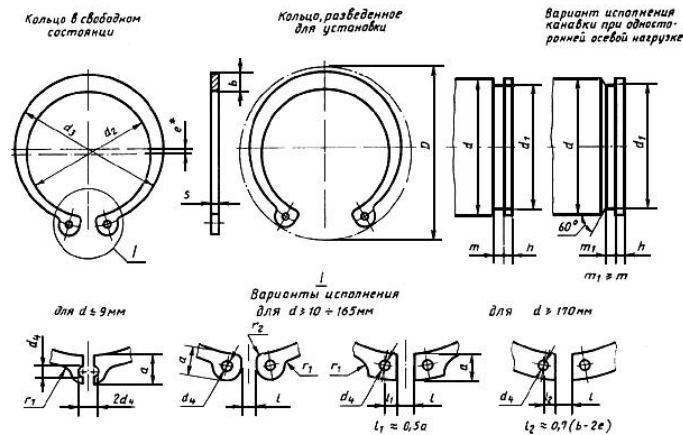
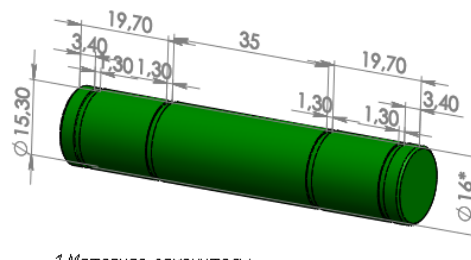


Рисунок 36 - Выдержка из ГОСТ 13942-86

Для изготовления оси применим круг из стандартного сортамента диаметром 16 мм.

В технических требованиях вносим материалы-заменители, указываем группу общих неуказанных допусков и покрытие цинком толщиной 9 мкм, для расчета массы устанавливаем материал – простая углеродистая сталь. (Рисунок 37).



- 1 Материал-заменитель:
- Круг 16 ГОСТ 2590-2006/10 ГОСТ 1050-2013;
- Круг 16 ГОСТ 2590-2006/15 ГОСТ 1050-2013.
- 2 *Размеры для справок.
- 3 Общие допуски по ГОСТ 30893.1 – т.
- 4 Покрытие Ц9хр. Площадь покрытия 44 см².
- 5 Неуказанные скругления 0,3 мм.
- 6 Остальные технические требования – по ОСТ4 ГО.070.014.

Рисунок 37 – Ось ФЮРА.715413.001

3.3.3 Подбор комплектующих

При подборе комплектующих, основным критерием был подбор комплектующих отечественного производства. Изделия не являются труднодоступными для заказа.

В конструкции звена используется две номенклатуры покупных изделий:

- кольцо А10.Ц9.хр ГОСТ 13942-86;
- шайба С.10.04.019 ГОСТ 11371-78.

3.3.4 Подбор материалов

Подбор материала осуществлялся по следующим критериям:

- отечественный производитель;
- выполнение требований к надежности конструкции и стойкости к окружающей среде;
- марка стали должна по характеристике удовлетворять требованиям ТЗ;
- должно обеспечиваться условие возможности введения как минимум двух материалов-заменителей;
- соответствие ГОСТам;
- доступность для покупки;
- материал-заменитель не может уступать основному материалу по прочностным характеристикам.

Подбор материалов для изготовления деталей указан ниже (таблица 1).

Т а б л и ц а 1 – Материалы

Наименование детали	Материал изготовления	Материал-заменитель №1	Материал-заменитель №2
Втулка ФЮРА.713141.001	Круг $\frac{24 \text{ ГОСТ } 2590 - 2006}{20 \text{ ГОСТ } 1050 - 2013}$	Круг $\frac{24 \text{ ГОСТ } 2590 - 2006}{10 \text{ ГОСТ } 1050 - 2013}$	Круг $\frac{24 \text{ ГОСТ } 2590 - 2006}{15 \text{ ГОСТ } 1050 - 2013}$
Ролик ФЮРА.713651.001	Круг $\frac{36 \text{ ГОСТ } 2590 - 2006}{20 \text{ ГОСТ } 1050 - 2013}$	Круг $\frac{36 \text{ ГОСТ } 2590 - 2006}{10 \text{ ГОСТ } 1050 - 2013}$	Круг $\frac{36 \text{ ГОСТ } 2590 - 2006}{15 \text{ ГОСТ } 1050 - 2013}$
Ось ФЮРА.715413.001	Круг $\frac{16 \text{ ГОСТ } 2590 - 2006}{20 \text{ ГОСТ } 1050 - 2013}$	Круг $\frac{16 \text{ ГОСТ } 2590 - 2006}{10 \text{ ГОСТ } 1050 - 2013}$	Круг $\frac{16 \text{ ГОСТ } 2590 - 2006}{15 \text{ ГОСТ } 1050 - 2013}$
Пластина ФЮРА. 743256.001 и ФЮРА.743256.001 -01	Лист $\frac{9 \text{ ГОСТ } 19903 - 2015}{\text{СтЗпс ГОСТ } 1577 - 93}$	Лист $\frac{9 \text{ ГОСТ } 19903 - 2015}{20 \text{ ГОСТ } 1577 - 93}$	Лист $\frac{9 \text{ ГОСТ } 19903 - 2015}{15 \text{ ГОСТ } 1577 - 93}$

3.3.5 Разработка и согласование РКД

Рабочая конструкторская документация (РКД) представляет собой пакет конструкторских документов: спецификация, сборочный чертеж, чертежи деталей.

Документация предназначена для обеспечения изготовления, контроля, приемки, поставки, эксплуатации и ремонта изделия (ГОСТ 2.103-2013).

Проектирование РКД выполняется согласно комплексу единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Основные задачи при проектировании РКД:

- применение современных методов для проектирования чертежей;
- максимально возможное применение метода сквозного проектирования, при котором сохраняется взаимосвязь «параметрическая модель-чертеж». Выполнение чертежей в том же САПР что и при проектировании параметрической модели – SolidWorks;
- оптимальная комплектность документации;
- проектирование чертежей согласно ЕСКД.

Согласование РКД, параметрических моделей и иной документации происходит в системе 1С:PDM Appius. Данная система документооборота позволяет пройти согласование всех этапов проверки в электронном виде. Согласование происходит путем создания бизнес-процесса согласования. При формировании, в нем прописывается маршрут движения, список участвующих в проверке сотрудников/подразделений и конечный результат. На рисунке 38 показана схема работы проверки и согласования.

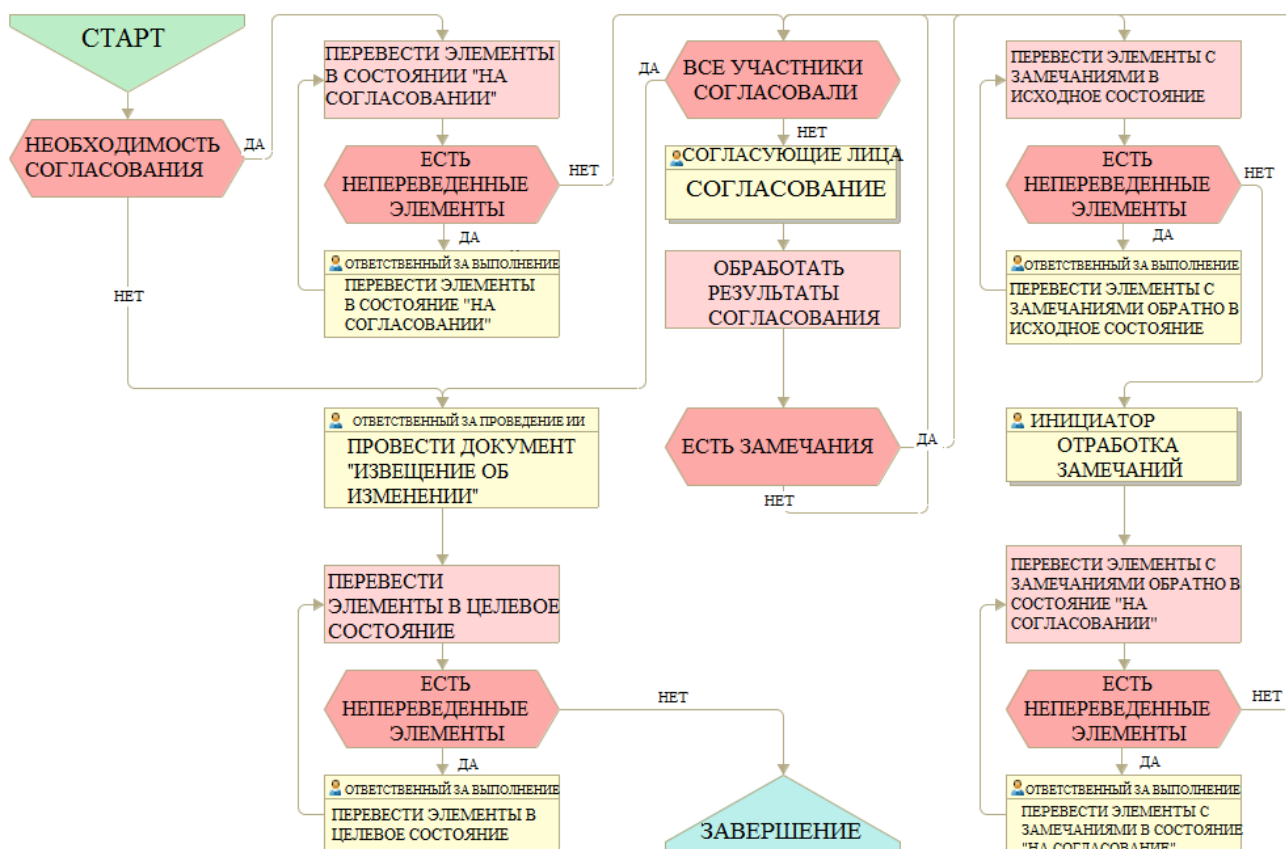


Рисунок 38 – Схема электронного согласования РКД

Спецификация ФЮРА.303629.001 Звено

Выполнение спецификации осуществляется в программе «Компас-Графика». Это связано с тем, что оформление бланка спецификации, поле основной надписи и иные составляющие спецификации выполнять в программе SolidWorks и соблюдать ЕСКД не представляется возможным без установки дополнительного модуля SWR.

Состав спецификации полностью идентичен составу параметрической модели сборки звена ФЮРА.303629.001 (рисунок 39). Спецификация включается в себя 1 документ – сборочный чертеж; номенклатурные позиции представлены пятью деталями и двумя стандартными изделиями (Приложение В4).

Первичная применяемость в графе 25 (ГОСТ 2.104-2006) не заполняется, т.к. в рамках выполнения выпускной квалификационной работы не рассматривается головное изделие, в которое входит звено.

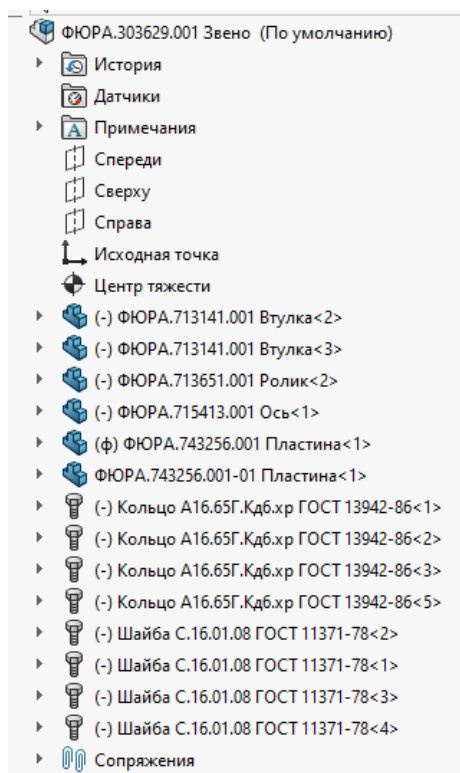


Рисунок 39 – Дерево построения звена ФЮРА.303629.001

Чертежи деталей и сборочный чертеж

Выполнение чертежей деталей осуществляется в программе SolidWorks.

В процессе проектирования определяющим является 3Д-модель. 3Д-модель содержит состав изделия, свойства, данные основной надписи и прочее.

Согласование РКД

После выполнения проработки узлов, происходит этап согласования. Данный этап проходит первичную проверку на согласование у ведущих специалистов предприятия, которые своей экспертной оценкой подвергают критике спроектированное изделие. Данный этап очень важен, т.к. влечет за собой ускорение общего процесса проектирования и отказа от возврата к переделкам в будущем.

Современное производство использует электронные системы согласования и документооборота, следовательно, этапы экспертного анализа происходят с высокой скоростью. Описание согласования РКД показано выше.

3.4 Технологическое проектирование

Технологические процессы делятся на два вида: единичные (для одного изделия) и типовые (для группы различных изделий).

Единичный ТП на каждую деталь разрабатывается таким образом, как будто эта работа выполняется впервые. Нет обобщения опыта, нет гарантии в правильности технологических решений.

Работа по типизации ТП делится на два этапа:

- классификация объектов производства;
- проектирование ТП для каждой классифицированной группы.

Классификация деталей с целью типизации ТП начинается с выделения наиболее крупных классификационных единиц – классов. В один класс попадают детали, имеющие сходные конструкторско-технологические характеристики. В классификаторе выделено два основных класса: тела вращения и корпусные детали. Разбивая детали внутри класса на группы и подгруппы, получают все большее сближение технологических процессов. Разбивку проводят до типа, объединяющего совокупность деталей одинаковой конфигурации, но с различными размерами, которые имеют одинаковый маршрут изготовления, осуществляемый на однородном оборудовании с применением однотипной оснастки.

Работа по классификации деталей обязательно должна сочетаться с унификацией и нормализацией их конструкции. Это дает возможность укрупнить серии деталей, применять при изготовлении более прогрессивную технологию, а также сократить номенклатуру оснастки и измерительных средств.

Типизация ТП не ограничивается только областью обработки деталей. Ее принципы используются и при проектировании ТП сборки, регулировки, контроля и испытаний. Она способствует уменьшению неоправданного разнообразия ТП и оснастки, внедрению новых прогрессивных методов

обработки, сокращению сроков и удешевлению ТП, более широкому применению средств автоматизации.

Звено жесткой цепи представляет собой сборочную единицу, состоящую из пяти типов изготавливаемых деталей и двух типов крепежных элементов.

Изготавливаемые детали звена можно разделить на две группы – группа деталей из листового материала, и группа из прутков (втулки, оси).

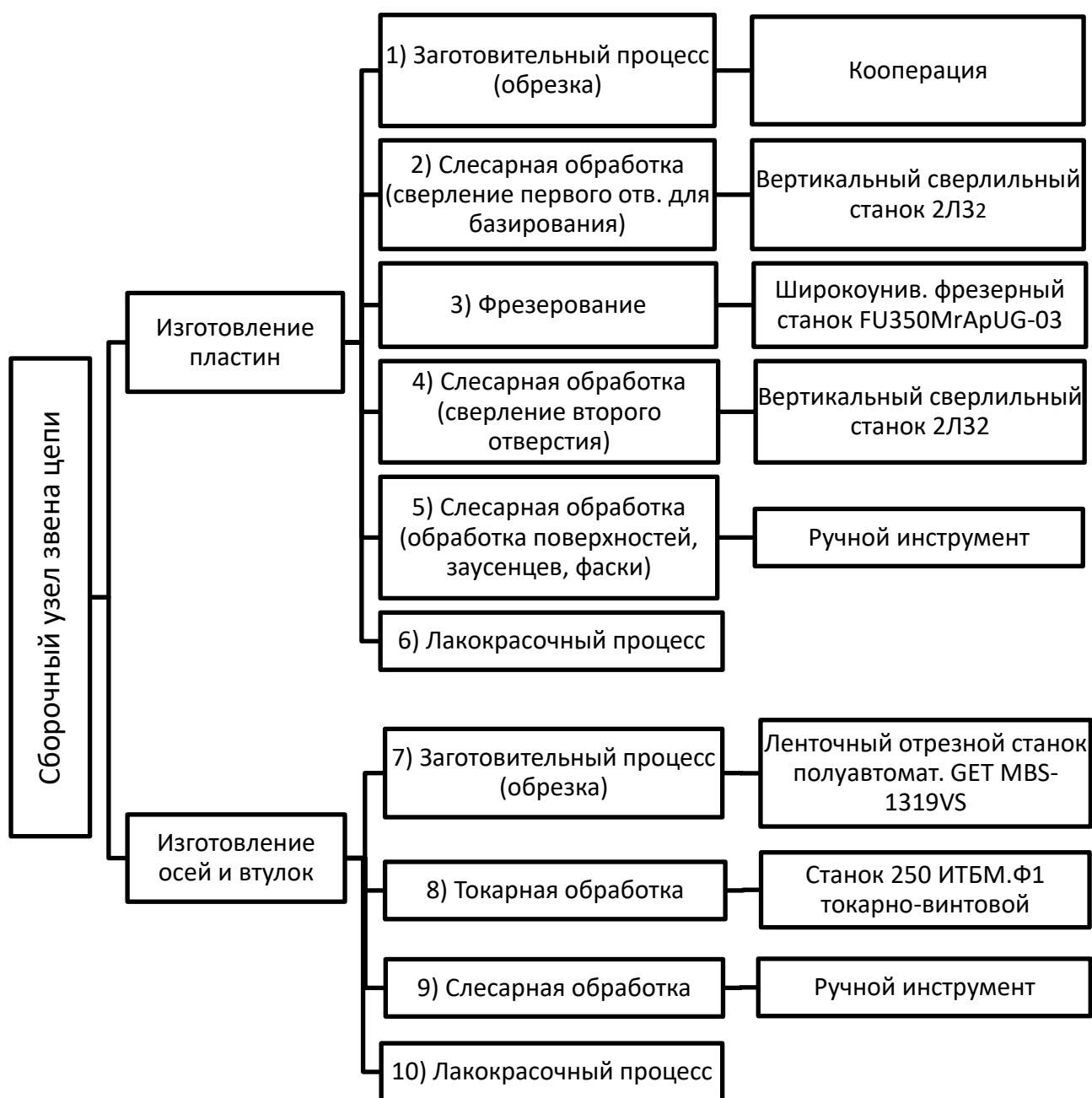


Рисунок 40 – Схема технологического процесса

3.4.1 Технологический процесс

По выходу РКД из конструкторского отдела, на их базе создаются нормативная документация технологического характера. Инженер-технолог определяет общий объем работ и направляет части изделия на технологическую разработку в зависимости от способа изготовления. В нашем случае, в процессе изготовления используется подготовка, обработка, покраска и сборка.

Этапы изготовления пластин:

1 Заготовительный процесс (обрезка).

Заготовка для пластины представляет собой прямоугольник размерами 57х100 мм. Заготовительная операция пластин осуществляется по кооперации силами предприятия-поставщика листового материала – ЗАО «ТомАг» [5].

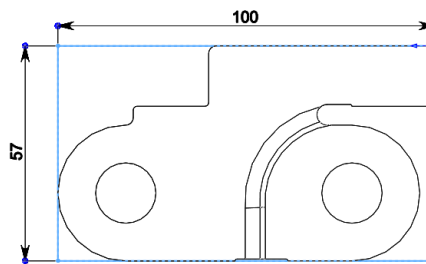


Рисунок 41 – Размер заготовки пластины

2 Слесарная обработка.

На данном этапе выполняется одно отверстие. Данное отверстие позволит выполнить базирование заготовки на этапе фрезеровки. Диаметр отверстия 16 мм (рисунок 42).

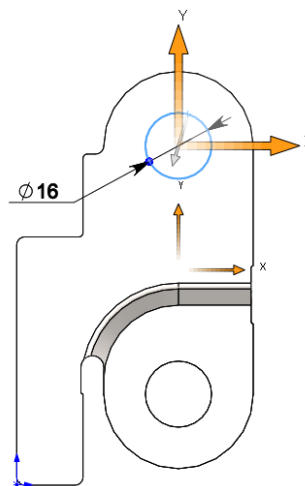


Рисунок 42 – Слесарная обработка пластины

3 Фрезерование.

Фрезерование осуществляется в два этапа с переворотом заготовки на 180 градусов. Базирование выполнить по заготовленному ранее отверстию. Для базирования использовать стандартную оснастку. Фрезеровку контура осуществлять первым этапом. Требуемая шероховатость поверхности Rz40.

4 Слесарная обработка

На данном этапе выполняется второе отверстие. Диаметр отверстия 16 мм

5 Слесарная обработка.

Доработка заготовки после выполнения операции фрезерования – зачистка заусенцев, обработка фасок, зачистка поверхностей.

6 Лакокрасочные операции

Подготовка заготовки к лакокрасочному процессу – обработка поверхности, покрытие всех поверхностей цинком. Обработка осуществляется погружением в ванную. Покрытие - цинк.

Этапы изготовления осевых деталей:

7 Заготовительный процесс (обрезка)

Для осевых деталей ФЮРА.715413.001 Ось и ФЮРА.713141.001 Втулка взят материал изготовления сталь 20 ГОСТ 1050-2013 соответствующего сортамента. Изготовление заготовки осуществляется нарезкой требуемой длины на ленточном отрезном станке.

8 Токарная обработка.

9 Слесарная работа.

Доработка заготовки после выполнения токарной операции – зачистка заусенцев, обработка фасок, зачистка поверхностей.

10 Лакокрасочная операция

Подготовка заготовки к лакокрасочному процессу – обработка поверхности, покрытие всех поверхностей цинком. Обработка осуществляется погружением в ванную. Покрытие - цинк.

11 Сборка (сборка звеньев, цепей)

Сборка звеньев осуществляется вручную.

3.4.2 Расчет времени изготовления

Расчет времени изготовления осевых деталей.

Количественные показатели времени выполнения токарной операции для осевых деталей заданы приближенно по Общемашиностроительным типовым нормам времени [6]. Для втулок и роликов принимаем типовую операцию обработки шайб. Для получения приближенного значения, принимаем как образец для втулки – шайба D50, для ролика – D84. Работы выполняются на токарном станке.

Переходы токарной обработки втулок и роликов:

- 1 Снятие фаски;
- 2 Центрирование торца;
- 3 Сверление отверстия;
- 4 Рассверливание отверстия;
- 5 Отрезка.

Поправочный коэффициент на условия работы принимаем следующие:

- количество деталей в партии – до 50.
- степень точности детали – нормальная. Коэффициент 0,95.
- материал режущего инструмента – быстрорежущая сталь 30, 35, 40, 45 и близкие к ним. Коэффициент 1,1.

Таким образом, для втулок $t_{III}=2,4*0,95*1,1=2,5$ мин.

Для роликов $t_{III}=3,9*0,95*1,1=4,1$ мин.

Для оси принимаем типовую операцию обработки шпилек с обточкой под резьбу. Для получения приближенного значения, принимаем как образец для оси – шпилька диаметром d16 и длиной 80. Работы выполняются на токарном станке.

Переходы токарной обработки:

- 1 Подрезка торца;
- 2 Центрирование торца;
- 3 Обточка под резьбу;
- 4 Снятие фаски;

- 5 Нарезание резьбы;
- 6 Отрезка;
- 7 Подрезка торца;
- 8 Снятие фаски;
- 9 Нарезание резьбы.

Таким образом, для оси $t_{ш}=3,47$ мин.

Время выполнения операций для пластин рассчитано опытным путем.

Т а б л и ц а 2 – Время выполнения операций изготовления деталей

Операция	Время, мин.					
	Втулка	Ролик	Ось	Пластина	Пластина-01	Звено СБ)
Заготовительная	2	2	2	15	15	
Слесарная (1-е отв.)	-	-	-	5	5	
Фрезерование	-	-	-	40	40	
Слесарная (2-е отв.)	-	-	-	5	5	
Слесарная (фаски, заусенцы, поверх.)	5	5	5	10	10	
Токарная	2,5	4,1	3,47	-	-	
Лакокрасочная	5	5	5	5	5	
ИТОГО	22	22	22	80	80	

Расчетное время сборки звена.

Сборка изделия осуществляется без применения специальной оснастки и инструмента. В изделии применяются разъемные соединения. Сборка осуществляется на рабочем столе или верстаке. В сборочных работах трудовые приемы преимущественно являются ручными. Процесс сборки осуществляется путем монтажа деталей и покупных изделий на ось ФЮРА.715413.001.

При нормировании оперативное время на сборочные операции не подразделяются на основное и вспомогательное. Расчет времени на сборочные

операции осуществляется согласно Общеотраслевым Нормативам Времени на слесарные работы по ремонту оборудования [7]. На рисунке 40 показана модель в собранном и разнесенном видах.

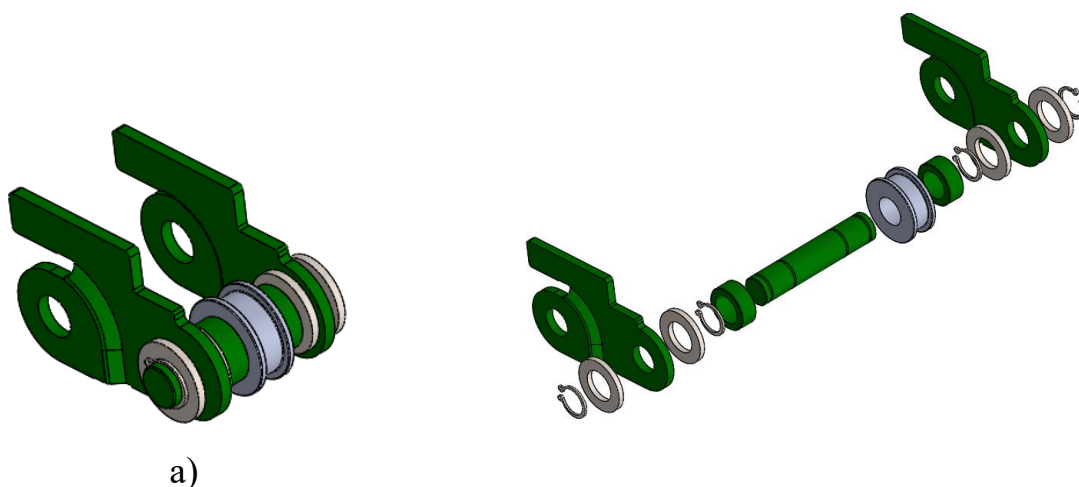
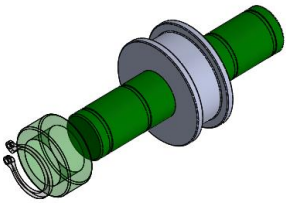
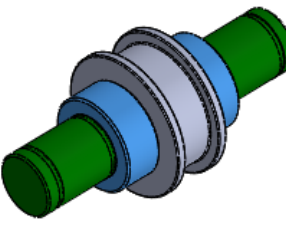
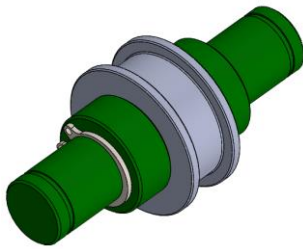
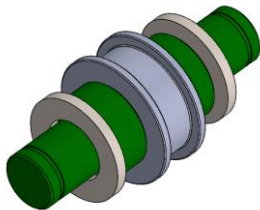
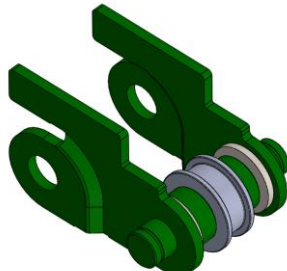
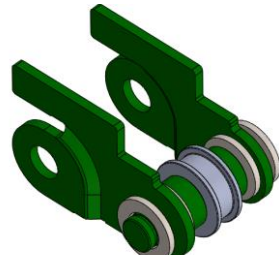
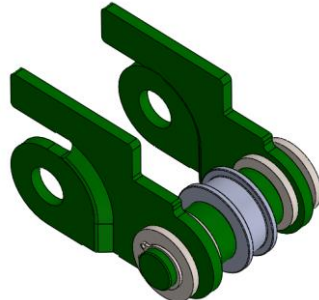


Рисунок 43 - Звено

а) – собранный вид, б) – разнесенный вид

Т а б л и ц а 3 – Время выполнения операций сборки звена

Операция	Основное время T_0 , мин	Графическое отображение
<p>Установить ролик ФЮРА.713651.001 на ось ФЮРА.715413.001.</p> <p>Карта 66. Содержание работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Взять шайбу. 2. Установить шайбу на болт (винт, шпильку). 	0,108	
<p>Установить втулки ФЮРА.713141.001 на ось ФЮРА.715413.001 по одной с каждой стороны.</p> <p>Карта 66. Содержание работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Взять шайбу. 2. Установить шайбу на болт (винт, шпильку). 	0,108	

<p>Установить стопорные кольца А16 ГОСТ 13942-86 по одному с каждой стороны.</p> <p><i>Карта 101. Содержание работы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Взять пружинное кольцо и круглогубцы. 2. Установить пружинное кольцо в выточку на валу. 3. Отложить круглогубцы. 	0,42	
<p>Установить шайбы С.16 ГОСТ 11371-78.</p> <p><i>Карта 66. Содержание работы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Взять шайбу. 2. Установить шайбу на болт (винт, шпильку). 	0,108	
<p>Разместить на оси пластины ФЮРА.743256.001 и ФЮРА.743256.001-01.</p> <p><i>Карта 87. Содержание работы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Взять деталь. 2. Установить деталь на вал или в отверстие до упора. 	0,56	
<p>Установить шайбы С.16 ГОСТ 11371-78.</p> <p><i>Карта 66. Содержание работы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Взять шайбу. 2. Установить шайбу на болт (винт, шпильку). 	0,108	
<p>Установить стопорные кольца А16 ГОСТ 13942-86 по одному с каждой стороны.</p> <p><i>Карта 101. Содержание работы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Взять пружинное кольцо и круглогубцы. 2. Установить пружинное кольцо в выточку на валу. 3. Отложить круглогубцы. 	0,42	

Общее время на сборку изделия:

$$T_0 = 0,108 + 0,108 + 0,42 + 0,108 + 0,56 + 0,108 + 0,42 = 1,832 \text{ мин.}$$

3.4.3 Подбор оборудования

Подбор перечня оборудования для изготовления звена цепи обусловлен в первую очередь планируемым количеством изготовления. Во-вторых, выбор остановлен на таких станках и оборудовании, которые позволят выполнять работы по изготовлению не только рассматриваемых изделий, но и иных изделий, входящих в головное изделие (подъемник). Таким образом, общие требования к оборудованию:

- универсальность;
- ремонтпригодность;
- экономичность;
- гарантийное обслуживание;
- применимость оборудования для других операций;
- быстрота переналадки.

Перечень оборудования составлен согласно технологической схеме (рисунок 40).

1 Заготовительный процесс (обрезка)

Выполнение операции осуществляется силами предприятия-поставщика материала по кооперации. Согласно договору выполнения работ, предприятие осуществляет изготовление и поставку заготовок согласно чертежу.

2 Слесарная обработка (сверление первого отв. для базирования)

Вертикальный сверлильный станок 2Л32 [8] (Рисунок 44).



Рисунок 44 – Вертикальный сверлильный станок 2Л32

Универсальный вертикально–сверлильный станок предназначен для выполнения операции сверления, рассверливания, зенкования, развертывания и резьбонарезания в различных материалах. Обработка производится быстрорежущим и твердосплавным инструментом в деталях из различных конструкционных материалов.

Вид климатического исполнения – УХЛ4 по ГОСТ 15150. Класс точности – Н по ГОСТ 8-82.

Легкость в управлении и удобство в обслуживании. На вертикально сверлильном станке используется жесткая конструкция и прочные рабочие механизмы, что исключает возможность вибрации во время работы. Реверсирование электродвигателя главного движения позволяет производить на станке нарезание резьбы машинными метчиками. Станок устанавливается на фундамент.

Т а б л и ц а 4 - Технические характеристики вертикального станка 2Л32

Характеристика	Значение
Максимальный диаметр сверления чугуна, мм	50
Максимальный диаметр сверления стали, мм	35
Максимальный диаметр нарезаемой резьбы, мм	М30
Перемещение пиноли шпинделя, мм	250
Расстояние от оси шпинделя до колонны, мм	300
Максимальное расстояние от торца шпинделя до стола, мм	750
Максимальный ход стола, мм	300
Установочное перемещение сверлильной головки, мм	170
Конус шпинделя	Морзе 4
Число оборотных ступеней шпинделя	12
Диапазон оборотов шпинделя, об/мин	31,5-140
Число автоматических подач	9
Диапазон автоматических подач, мм/об	0,1-1,6

Размеры рабочего стола, мм	500x500
Размеры рабочей поверхности основания, мм	370x360
Мощность главного двигателя, кВт	4
Габаритные размеры станка (ДхШхВ)	1110x870x2680
Масса, кг	1200

3 Фрезерование

Широкоуниверсальный фрезерный станок FU350MRAPUG-03 [9] (рисунок 45).

Станок предназначен для выполнения фрезерных работ цилиндрическими, торцевыми, концевыми, фасонными и другими фрезами. Применяется для обработки горизонтальных и вертикальных плоскостей, пазов, рамок, углов, зубчатых колес, спиралей, моделей штампов, пресс-форм и других деталей из стали, чугуна, цветных металлов, их сплавов и других материалов.

Консольно-фрезерные станки выпускаются по лицензии немецкой фирмы «ХЕККЕРТ». По своим техническим характеристикам они соответствуют российским фрезерным станкам завода «ЗЕФС» (Нижний Новгород), однако превосходят их по технологическим возможностям и качественным характеристикам.



Рисунок 45 – Фрезерный станок FU350MRAPUG-03

Основные преимущества.

Основные узлы изготавливаются из чугуна марки СЧ25, имеют оптимальную форму и большую жесткость.

Фторопластовое покрытие направляющих стола и стойки обладает хорошими антифрикционными свойствами и антизадирной способностью, что позволяет обеспечивать стабильность точностных параметров в течение длительного времени.

Наличие автоматических циклов обработки (маятниковое фрезерование, фрезерование с ускоренным перескоком, фрезерование по прямоугольному циклу в трех плоскостях) позволяет использовать станки не только в мелкосерийном, но и в крупносерийном производстве. Наличие механизма опускания консоли исключает касание инструментом обработанной поверхности при обратном ускоренном ходе стола.

Наличие механизма зажима стола при попутной подаче в продольной координате обеспечивает необходимую жесткость и исключает вибрацию. Фрезерование методом попутной подачи позволяет осуществлять эффективную обработку глубоких пазов и деталей из высокопрочных материалов.

Модульная конструкция максимально облегчает ремонт станка.

Т а б л и ц а 5 - Технические характеристики фрезерного станка FU350MRAPUG

Характеристика	Значение
Размер рабочей поверхности стола, мм.	315 x 1250
Наибольшее продольное перемещение стола, мм.	850
Поперечный ход стола, мм.	270
Наибольшее вертикальное перемещение стола, мм.	500
Наибольший угол поворота стола в горизонтальной плоскости, град.	+/- 45
Количество Т-образных пазов	4
Расстояние между осями Т-образных пазов, мм.	63
Ширина Т-образного паза	18H7

Продолжение таблицы 5

Пределы частот вращения шпинделя, об/мин	28 - 1400
Конец шпинделя	ISO-50
Наибольший крутящий момент на шпинделе, Нм	900
Продольные подачи стола, мм/мин	16 - 800
Поперечные подачи стола, мм/мин	16 - 800
Вертикальные подачи стола, мм/мин	5 - 250
Число ступеней подач	18
Скорость быстрых перемещений, м/мин	3,15 (оси X, Y); 1,0 (ось Z)
Масса FU350MRAPUG-03 заготовки, кг.	1000
Мощность привода главного движения, кВт	5,5 / 3,0
Мощность двигателя подач, кВт	1,5
Класс точности	H
Напряжение питания, В	380
Габаритные размеры (LxVxH), мм.	1990x2112x 2580
Масса, кг.	4050

4 Изготовление заготовки

Обрезка (для прутков и труб)

Ленточный отрезной станок полуавтоматический GET MBS-1319VS (рисунок 46) [10].



Рисунок 46 – Ленточный отрезной станок GET MBS-1319VS

Т а б л и ц а 6 - Технические характеристики

Напряжение, В	400
Макс. Ø обработки при 90°	Ø330 мм
Зона обработки при 90°	Ø330 мм, □305 мм, □127x483 мм
Зона обработки при + 45° вправо	Ø305 мм, □280 мм, □229x305 мм
Размеры ленточного полотна	27 x 0,9 x 3810 мм
Скорость движения полотна	30-105 м/мин
Диапазон поворота пильной рамы	0°/+45°
Угол поворота	-45/0
Мощность двигателя, кВт	2,2
Длина, мм	2030
Ширина, мм	750
Высота, мм	1280
Масса, кг	450
Длина в упаковке, см	208,3
Ширина в упаковке, см	83,8
Высота в упаковке, см	142,2
Масса в упаковке, кг	490

Особенности:

Станок европейского типа

Поворотная пильная рама для резки под углом до 45°

Гидравлическая система подъема и опускания пильной рамы

Плавная регулировка опускания консоли с точной шкалой

Плавная регулировка скорости резания (вариатор)

Большие шкивы с пружинным индикатором натяжения полотна

Быстро переставляемая зажимная губка тисков

2-х точечная система подвода СОЖ

Удобный доступ для обслуживания станка и очистки от стружки.

Полуавтоматический станок от компании JET MBS-1319VS оснащен полноценной гидравлической системой и после окончания распила заготовки поднимает раму на исходное положение. Это и есть главное отличие от станка HBS-1319V. Станок классического американского типа, это означает наличие тяжелой и большой рамы, что позволяет использовать полотно длиной 3810 мм. 1 метр погонный полотна – это, примерно, 1 метр квадратный сечения заготовки на который хватит полотна при пилении. Полотно устанавливается шириной 27 мм, что позволяет подобрать большой диапазон типов зубьев под разные материалы. Максимальный диаметр пиления составляет 330 мм под 90 градусов. Станок оснащен возможностью поворота рамы на 45 градусов в лево.

Рама поворачивается вместе с поддоном, а тиски остаются в неподвижном положении. При повороте на 45 градусов максимальный диаметр заготовки составляет 305 мм. Полотно вращается на чугунных шкивах через направляющие, каждая из которых имеет по 5 подшипников и твердосплавные сухари для стабилизации полотна. Вращать полотно с легкостью и без рывков позволяет двигатель мощностью 2,2 кВт, передающий свой момент через редукцию. Скорость регулируется плавно за счет клинового вариатора в диапазоне от 30 до 105 метров в минуту. Станок подходит для непрерывной работы даже в три смены. Гарантия на станок 2 года.

5 Токарный участок работы

Все виды токарной обработки осей, втулок. Станок 250 ИТБМ.Ф1 токарно-винторезный [11].



Рисунок 47 – Токарно-винторезный станок 250 ИТБМ.Ф1

Универсальный токарный станок 250ПТВМ Ф1 предназначен для выполнения разнообразных токарных работ в центрах, цанговых или кулачковых патронах, а также для нарезания метрических, модульных, дюймовых резьб.

Преселективное управление скоростями шпинделя позволяет подготовить последующее включение во время работы станка. Мнемоническое управление подачами обеспечивается одной рукояткой. Станина станка изготовлена из хромоникелевого чугуна, направляющие закалены токами высокой частоты и отшлифованы.

Безазорная фиксация резцовой головки обеспечивает высокую жёсткость и точность установки. Ходовой винт смазывается автоматически при нарезании резьбы. Конструкция шпиндельного узла позволяет быстро сменить приводные ремни без разборки узла. Механизм останова, предохраняет механизмы подачи от перегрузок, а также позволяет работать по жёсткому упору при точении.

Оснащение станка СЦИ позволяет: осуществлять индикацию размеров в мм или в дюймах с дискретностью от 0,1 до 100 мкм; проводить линейную компенсацию погрешностей механических элементов станка, например, износ направляющих; вводить компенсацию износа инструмента.

Т а б л и ц а 7 – Технические характеристики

Страна производства	Россия
Тип станка	Универсальный
Мощность привода гл. движения Р, кВт	3
Диаметр обработки над станиной, мм	240
Диаметр обработки над суппортом, мм	168
Диаметр отверстия шпинделя, мм	25
Расстояние между центрами (РМЦ), мм	500
Перемещение верхних салазок, мм	120
Перемещение пиноли, мм	85
Диапазон оборотов шпинделя, об/мин	25-2500

Продолжение таблицы 7

Диапазон метрической резьбы, мм	0,2-48
Диапазон дюймовой резьбы, TPI	24-0,5
Конец шпинделя	4
Конус шпинделя	Морзе 4
Конус пиноли зад. бабки	Морзе 3
Перемещение ось X, мм	165
Источник питания, В	380, 50 Гц
Габариты ДхШхВ, мм	1790x810x1590
Вес нетто, кг	1290

3.5 Материально-техническое обеспечение

Для формирования общего объема потребностей ежегодно к 01 сентября текущего года формируется годовой план производства на следующий календарный год. На основании годового плана производства формируется годовой план производства (ГПЗ) посредством электронной системы 1С:ERP. План производства ежемесячно корректируется в период с 25 по 30 число каждого месяца, на основании этого проводятся корректировки ГПЗ с учетом новых заявок на закупку.

3.5.1 Формирование заявок

При формировании потребности закупки материалов и покупных комплектующих, сотрудники планово-диспетчерского подразделения подают в отдел закупок посредством электронной системы 1С:ERP заявку на закупку материалов и комплектующих (МиК), в которой обозначены номенклатура, количество и срок исполнения. В качестве заявки могут выступать производственный план и заказ на обеспечение МиК для внутренних нужд и потребностей.

Согласно сформированной заявке проводятся следующие действия:

- проверка на достаточность информации;

- отработка потребности;
- проверка актуальности наименований и обозначений;
- согласование закупки с учетом уже имеющимися остатками;
- закупка.

3.5.2 Подбор поставщиков

На основании заявки, полученной от планово-диспетчерского отдела, формируется список потенциальных поставщиков. Приоритет отбора поставщиков отдается следующим:

- включенным в реестр поставщиков;
- с которыми заключены договора (контракты) на долгосрочное сотрудничество;
- новых, выявленных с помощью различных информационных каналов, в том числе в результате анализа ранее полученных технико-коммерческих предложений.

Анализ поставщиков производится по следующим критериям:

- надежность;
- сроки поставки;
- качество;
- цена;
- финансовые возможности.

При заключении контракта с поставщиком, формируется следующий пакет документов:

- сертификат системы менеджмента качества (СМК) при наличии;
- сертификат на продукцию (при наличии);
- лицензии на вид деятельности;
- свидетельство о регистрации юридического лица;
- свидетельство о постановке на учет в налоговые органы;
- выписка из ЕГРЮЛ;
- баланс за последний отчетный период;

- справка из налоговых органов об отсутствии задолженности по налогам;
- справка в произвольной форме об отсутствии судебных делопроизводств в отношении данного юр. лица;
- устав и дополнения при наличии;
- карточка подписей должностях лиц, имеющих право подписи на финансовых документах.

После выполнения описанных процедур, формируется заявка поставщику, обработав которую, он выставляет счет на оплату с указаниями сроков поставки.

При подборе поставщиков для звена жесткой цепи, руководствуясь описанными требованиями, были подобраны следующие поставщики материалов и покупных комплектующих (таблица 8).

Т а б л и ц а 8 – Перечень поставщиков

Наименование	Поставщик
1 Кольцо А16.65Г.Кд6.хр ГОСТ 13942-86	ООО «Мир крепежа», г. Томск, пр. Мира. 15.
2 Шайба С.16.01.08 ГОСТ 11371-78	
3 Круг 24 ГОСТ 2590-2006/20 ГОСТ 1050-2013	ЗАО «ТоМаг», г. Томск, пер. Автомоторный, 3.
4 Круг 36 ГОСТ 2590-2006/20 ГОСТ 1050-2013	
5 Круг 16 ГОСТ 2590-2006/20 ГОСТ 1050-2013	
6 Лист 9 ГОСТ 19903-2015/Ст3пс ГОСТ 1577-93	

3.6 Входной контроль

Входной контроль металлопродукции осуществляется согласно перечню покупных материалов.

Входной контроль материалов металлопродукции предусматривает следующие проверки:

- сопроводительной документации, удостоверяющей качество (сертификат, паспорт);
- маркировки (при необходимости);

- геометрических размеров»
- марки материала (химического состава), физических свойств, структуры.

В сопроводительной документации должны содержаться следующие сведения:

- наименование продукции;
- наименование предприятия-изготовителя или его товарный знак;
- обозначение стандарта или технических условий;
- масса или количество поставляемой продукции;
- дата изготовления или номер партии.

Контроль геометрических размеров регламентируется в перечне входного контроля, где описывается с помощью каких средств производить контроль и какие размеры должны быть проверены.

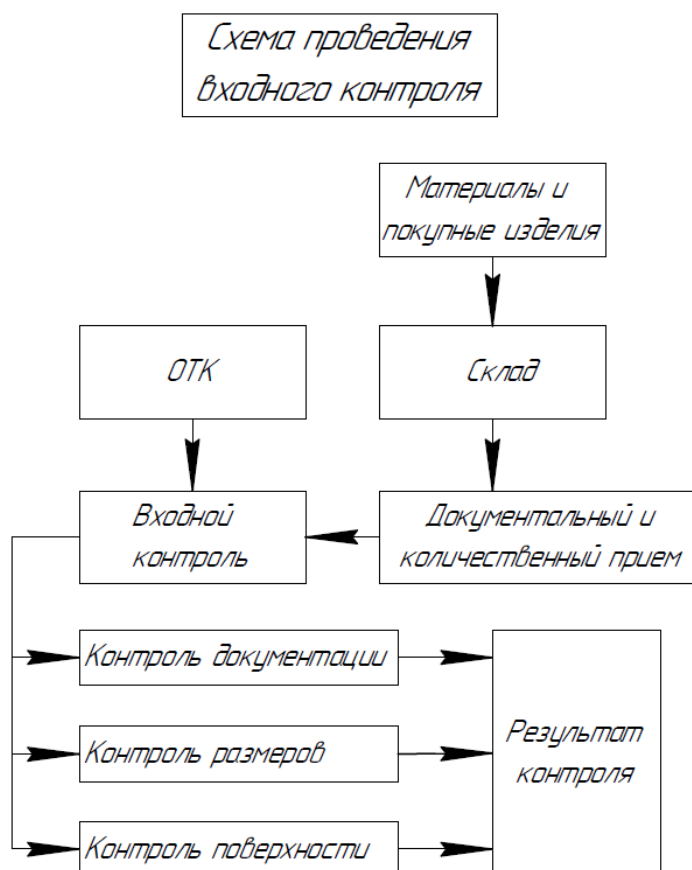


Рисунок 48 – Схема работы входного контроля

3.7 Изготовление

В процессе изготовления следует руководствоваться следующими типовыми правилами:

- материал заготовки должен соответствовать чертежу;
- допускается выполнять технологический процесс для партии деталей последовательно по операциям;
- при выполнении работ соблюдать инструкции по охране труда;
- при выполнении работ соблюдать инструкции по пожарной безопасности;
- допускается изменять последовательность операций и переходов, если это не отражается на качестве детали;
- хранение и транспортировку детали производить в таре технологической с маршрутным паспортом;
- при выполнении работ руководствоваться следующими документами:
 - Управление производственной средой
 - Контроль и испытания продукции
 - Управление несоответствующей продукцией
 - Порядок управления производством:
- допускается применять оборудование, инструмент, оснастку, средства измерений, материалы с характеристиками не хуже, чем у указанных в соответствующем технологическом процессе;
- в случае несоответствия детали заявленным требованиям, поставить в известность мастера для принятия решения;
- перед выполнением операции проверить наличие и правильность заполнения маршрутного паспорта на предыдущих операциях;
- после выполнения операции заполнить соответствующие графы маршрутного паспорта (фамилия исполнителя, заключение «годен» или «негоден», дата (время) выполнения операции, подпись исполнителя);

- выполнять требования эксплуатационной документации на оборудование, применяемое в работе.
- для деталей – остальные технические требования по ОСТ4 Г0.070.014;
- для деталей – неуказанные общие допуски – по ГОСТ 30893.1.
- для сборочного процесса – остальные технические требования – по ОСТ4 Г0.070.015.

Заготовительный процесс

Заготовительный процесс для пластин ФЮРА.743256.001 и ФЮРА.743256.001-01 выполняется силами предприятия-поставщика материалов ЗАО «ТомАг». Таким образом, на склад производственной площадки поступают уже готовые заготовки для последующей обработки.

Слесарная обработка

Слесарная обработка включает в себя обработку заготовок после выполнения основных отрезных, фрезеровальных и токарных операций:

- выполнение отверстий согласно чертежу;
- выполнение фасок на отверстиях и кромках согласно чертежу;
- притупление острых кромок, снятие заусенцев согласно чертежу и по ОСТ4 Г0.70.014.

По итогу выполнения работ уложить в цеховую тару.

3.8 Технический контроль

Задачей технического контроля является контроль качества и соответствия изготавливаемого изделия чертежу.

Изготавливаемые изделия могут быть отнесены к двум типам:

- годная продукция;
- дефектные изделия.

Технический контроль включает в себя:

- выявление, идентификацию, регистрацию и изоляцию дефектных изделий;

- передачу дефектных изделий на анализ причин возникновения дефектов и проведение анализа;
- принятие и контроль выполнения мер по результатам анализа и предупреждению повторного возникновения дефектов;
- учет и списание дефектных изделий.

3.9 Сбор, хранение и утилизация

В целях исполнения Федерального закона ФЗ №7 [12] и ФЗ №89 [13] необходим строго регламентированный порядок сбора, учета, временного накопления и передачи для размещения, утилизации, обезвреживания отходов производства и потребления I-V опасности, образующиеся при осуществлении деятельности по разработке и производстве звена жесткой цепи (рисунок 49).

Все отходы в зависимости от степени негативного воздействия на окружающую среду подразделяются на пять классов опасности:

- I класс – чрезвычайно опасные отходы;
- II класс - высокоопасные отходы;
- III класс – умеренно опасные отходы;
- IV класс – малоопасные отходы;
- V класс – практически не опасные отходы.

В результате производственно-хозяйственной деятельности производственного участка по изготовления звена цепи образуются 11 видов отходов производства и потребления III – V классов опасности:

- III класс опасности: отходы растворителей на основе ацетона, загрязненные негалогенированными органическими веществами; эмульсии и эмульсионные смеси для шлифовки металлов отработанные, содержащие масла или нефтепродукты в количестве 15% и более; отходы синтетических и полусинтетических масел промышленных;
- IV класс опасности: мусор от офисных и бытовых помещений несортированный (исключая крупногабаритный); обтирочный материал,

загрязненный нефтью или нефтепродуктами; отходы песка от очистных и пескоструйных устройств;

- V класс опасности: стружка черных металлов несортированная; лом и отходы стальные несортированные; абразивные круги отработанные, лом отработанных абразивных кругов; опилки и стружка натуральной чистой древесины несортированные; обрезки натуральной чистой древесины.

Передача отходов III – V классов опасности на транспортирование, обработку, утилизацию, обезвреживание и размещение другому лицу возможна только при наличии у этого лица лицензии на осуществление деятельности по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов III – V классов опасности, т.к. данные виды работ деятельности подлежат лицензированию согласно требованиям ФЗ № 99 [14].

Согласно СанПин 2.1.7.1322-03 в зависимости от класса опасности и агрегатного состояния отходы допускается временно складировать:

- в производственном или вспомогательном помещении (цех, склад);
- в металлических контейнера, емкостях;
- на открытых площадках с твердым покрытием (бетонная плита, керамзитбетон, асфальт и т.п.).

Способы временного накопления отходов определяются классом опасности отходов:

- отходы III класса опасности накапливаются в герметичных металлических контейнерах или емкостях;

- отходы IV-V класса опасности накапливаются в металлических контейнерах, установленных на площадке с твердым покрытием для исключения попадания отходов в почву.

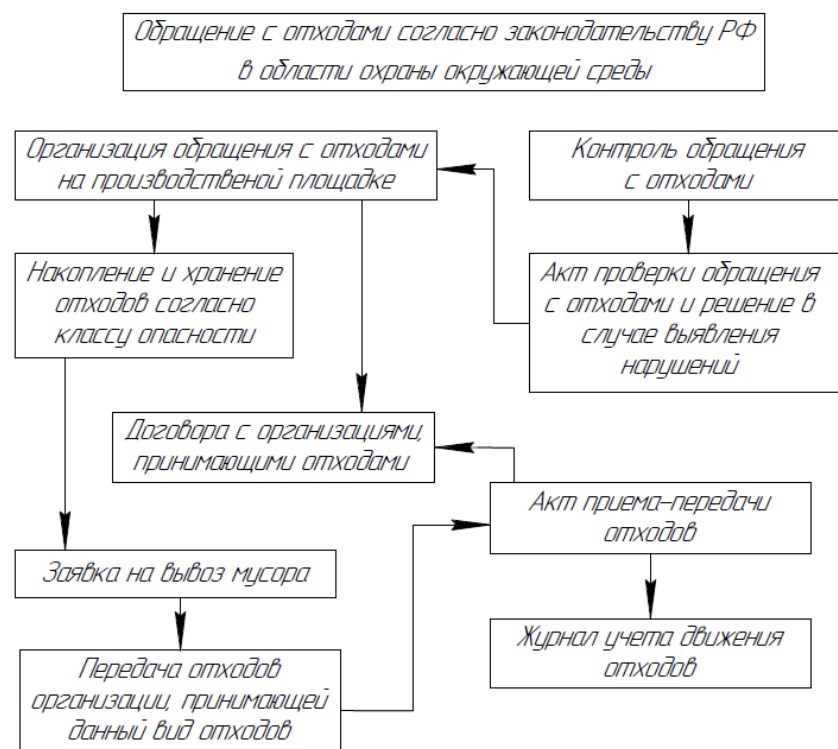


Рисунок 49 – Схема утилизации отходов

4 Расчет производственного участка

Производственный участок размещен в отдельном здании. Предназначение участка - размещение технологического оборудования на производственной площади. Способ обслуживания оборудования не подразумевает автоматизированной или конвейерной линии.

Здание разделено на 5 секций по функциональному назначению:

- 1 Механический цех;
- 2 Раздевалка;
- 3 Санузел;
- 4 Душевые;
- 5 Малярный цех.

4.1 Постановка задачи перед цехом

Рассматриваемый цех является универсальной производственной площадкой для выполнения различных задач по изготовлению и сборке малогабаритных изделий.

Задачей цеха в рамках рассматриваемого проекта является изготовление и сборка звеньев жесткой цепи. На производственной площадке производится полный цикл изготовления и сборки изделия – от заготовительного до сборочного процесса.

4.2 Общее описание эргономики устройства производственных участков

Производственный участок включает в себя размещение технологического оборудования, исходя из его габаритов и дополнительную вспомогательную площадь, занятую оборудованием хранения и складирования дополнительного инвентаря – ручной инструмент, средства измерения, приспособления, оснастки, и иными приборами.

Рабочие места цеха не должны препятствовать свободному перемещению персонала. Центральный проход обеспечивает сквозную доставку грузов к каждому рабочему месту. Рабочее пространство для габаритных станков заготовительного процесса обеспечивает свободное перемещение листовых материалов на 360 градусов.

Рабочие зоны оборудованы постоянной разметкой и мобильными перегородивающими устройствами. Размещение оборудования представлено на рисунке 50.

4.3. Размещение

Производственный цех (Рисунок 50) начинается с бытовых помещений: раздевалка, санузел и душевые (2, 3, 4). Далее расположен центральный коридор (1) по обе стороны которого расположено оборудование. Станки и оборудование, требующие значительного пространства в своей работе и обслуживании, находятся по левую сторону коридора. Там расположены токарно-винтовой станок (20), гильотина (14), ленточный станок (17) и дополнительное оборудование (столы, стеллажи). По правую сторону коридора расположены фрезерный станок (18), сверлильный станок (16), промывочная установка (19), вертикально-сверлильный станок (13), абразивная камера.

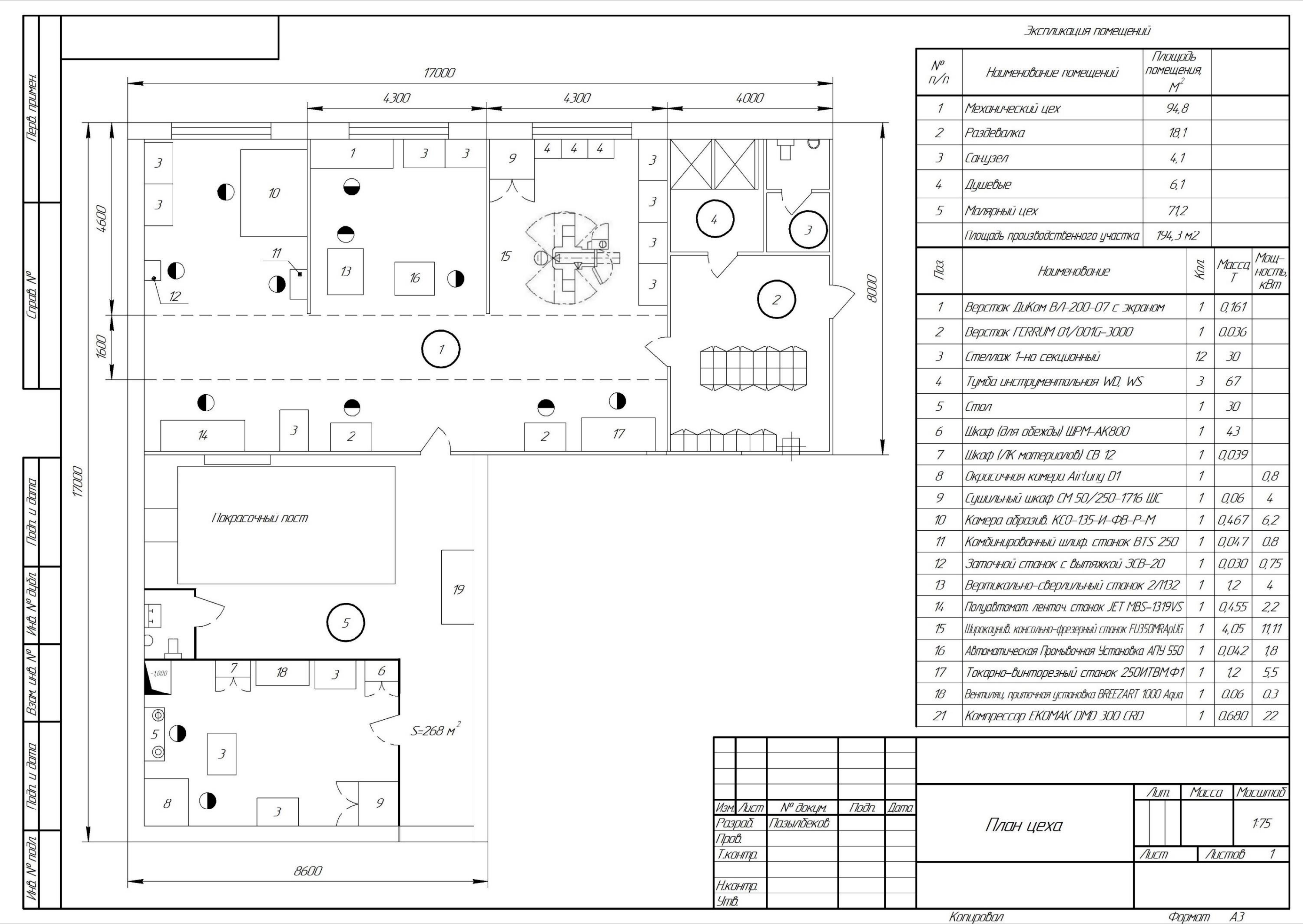


Рисунок 50 – План производственного участка

4.4 Расчет параметров производственного участка

Расчет производственной площади

Согласно плану участка (рисунок 50) и перечню требуемого оборудования, произведем расчет основной, вспомогательной и бытовой площадей.

Площадь требуемого участка для конкретного оборудования высчитывается как произведение площади самого оборудования и коэффициента дополнительной площади, учитывающей рабочую зону вокруг оборудования, проходов и прочее.

Т а б л и ц а 9 – Расчет производственной площади

Наименование	Кол- во, шт.	Габаритные размеры, мм	S обор-я, м2	Коэф-т доп. площади	Площадь участка, м2
1 Комбинированный шлифовальный станок BTS 250	1	410x720	0,3	5	1,5
2 Заточной станок с вытяжкой ЗСВ-20	1	480x390	0,19	5	0,95
3 Вертикально-сверлильный станок 2Л132	1	870x1110	0,97	5	4,85
4 Полуавтоматический ленточный станок JET MBS- 1319VS	1	750x2030	1,52	5	7,5
5 Широкоуниверсальный консольно-фрезерный станок FU350MRApUG	1	2300x2280	5,24	4,5	23,58
6 Автоматическая Промывочная Установка АПУ 550	1	800x955	0,76	5	3,8
7 Токарно-винторезный станок 250ИТВМ.Ф1	1	810x1790	1,45	5	7,25

Продолжение таблицы 9

8 Верстак ДиКом ВЛ-200-07 с экраном ВЛ-200-Э4	1	700x2000	1,4	4	5,6
9 Верстак FERRUM 01/001G-3000	1	686x1000	0,69	4	2,76
10 Стеллаж 1-но секционный	12	686x1000	8,23	4	32,92
11 Тумба инструментальная WD, WS	1	640x460	0,29	4	1,16
12 Стол	1	480x1280	0,61	4	2,44
13 Шкаф (для одежды) ШРМ-АК800	1	500x800	0,4	4	1,6
14 Шкаф (ЛК материалы) СВ 12	1	400x850	0,34	4	1,36
15 Окрасочная камера Airlung D1	1	1060x1150	1,22	4	4,88
16 Сушильный шкаф СМ 50/250-1716 ШС	1	960x1080	1,04	4	4,16
17 Камера абразивная КСО-135-И-ФВ-Р-М	1	1600x2100	3,36	5	16,8
Производственная площадь					123,11
Вспомогательная площадь (30%)					36,93
ИТОГО требуемая производственная площадь					160

Расчетная площадь производственного участка согласно плану, представленному на рисунке 50 составляет 213,4 м². Математическая расчетная площадь составляет 160 м². Таким образом, проектируемая площадь размещения основного и вспомогательного оборудования полностью соответствует расчетной и имеет запас по площади в 53,4 м². Данный запас позволяет иметь задел на будущее для увеличения производственных мощностей.

Расчет мощности, потребляемой оборудованием

Расчет потребляемой мощности оборудования указан в таблице 10.

Т а б л и ц а 10 – Расчет потребляемой мощности

Наименование	Кол-во, шт.	Мощность, кВт
Станки		
1 Комбинированный шлифовальный станок BTS 250	1	0,8
2 Заточной станок с вытяжкой ЗСВ-20	1	0,75
3 Вертикально-сверлильный станок 2Л132	1	4
4 Полуавтоматический ленточный станок JET MBS-1319VS	1	2,2
5 Широкоуниверсальный консольно-фрезерный станок FU350MRApUG	1	11,11
6 Автоматическая Промывочная Установка АПУ 550	1	1,8
7 Токарно-винторезный станок 250ИТВМ.Ф1	1	5,5
Дополнительное оборудование		
15 Окрасочная камера Airlung D1	1	0,8
16 Сушильный шкаф СМ 50/250-1716 ШС	1	4
ИТОГО		30,96

4.5 Альтернативная технология изготовления

В качестве объекта, провоцирующего изменение жизненного цикла изделия, рассматривалось две разновидности: а) изменение конструкции звена цепи; б) изменение технологии изготовления существующей конструкции звена.

Выберем в качестве объекта, влияющего на схему жизненного цикла, изменение технологии изготовления. Выбор пал на это в связи с тем, что при изменении конструкции, цепочка технологического процесса не претерпит значительных изменений.

Однако, при изменении технологии, изменения будут именно в схеме технологического процесса с очевидными изменениями в составе оборудования изготовления, технологических процессов и финансовых расчетах.

В качестве изменения технологии примем вместо основного технологического процесса изготовления – фрезерование, принять штамповку.

На рисунке 48 показана выдержка из схемы ЖЦИ (Схема 1) и этапы, которые попадают под изменение в этом случае (выделены желтым цветом).

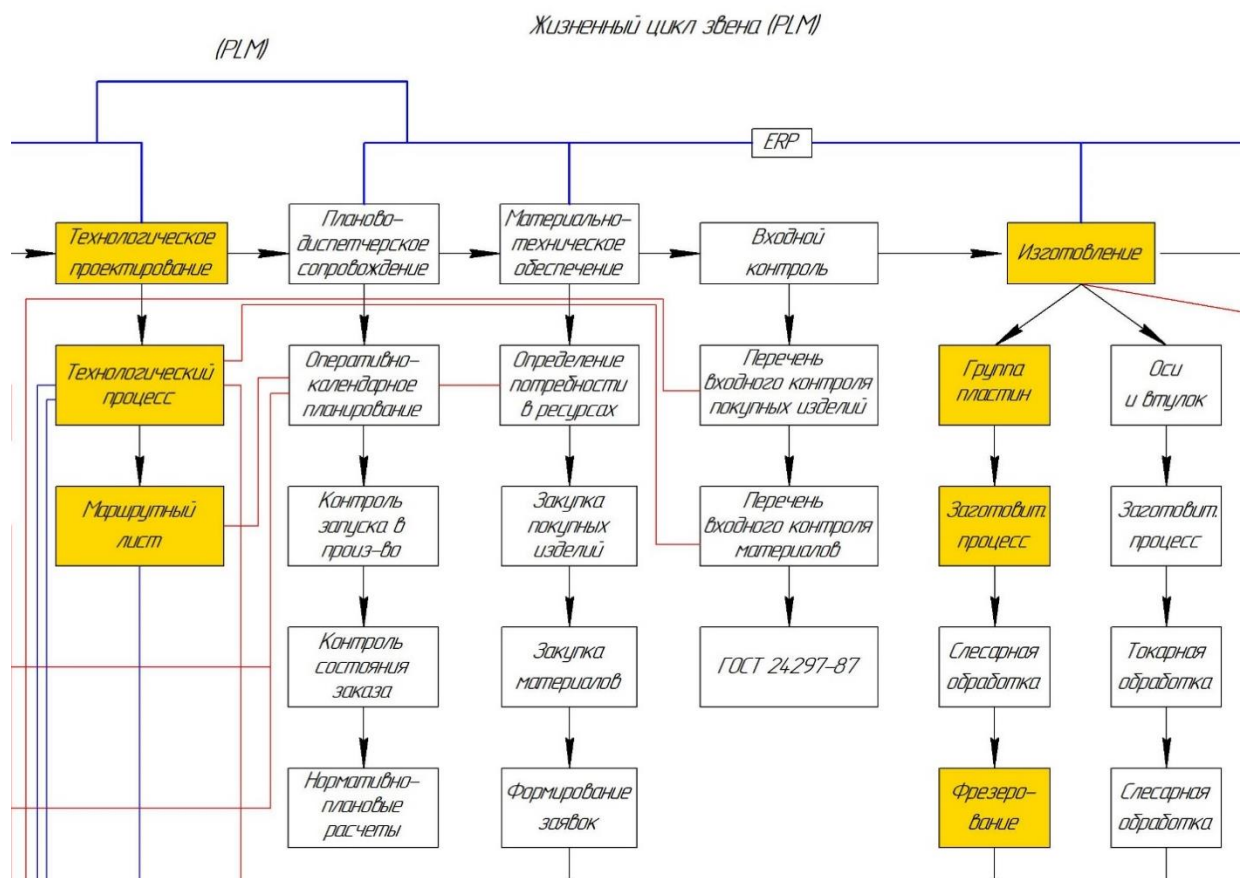


Рисунок 51 - Изменяемые этапы ЖЦИ

Изменения происходят на этап *Технологическое проектирование* и *Изготовление*. На этапе технологического проектирования будут изменены технологические процессы и маршрутные карты изготавливаемой детали в связи с тем, что формообразование деталей ФЮРА.743256.001 и ФЮРА.743256.001-01 будет вместо фрезерования – штамповка (рисунок 52).

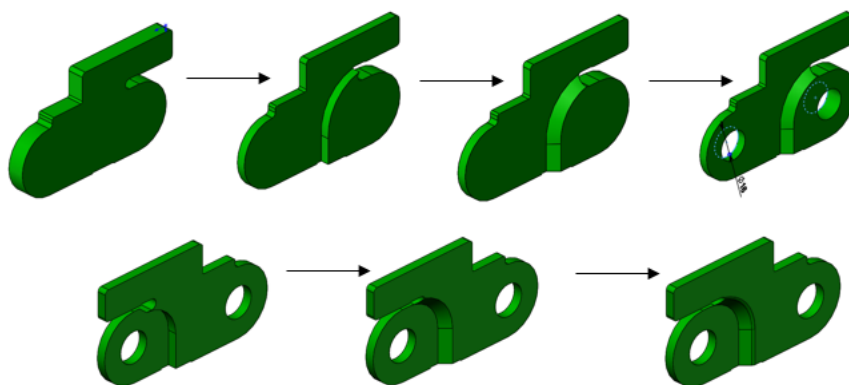


Рисунок 52 – Формообразование пластины

Технологический процесс для изготовления пластин методом штамповки в сравнении с фрезеровкой дополняется этапами штамповки, удаления облоя, закалки и отпуска (рисунок 53).

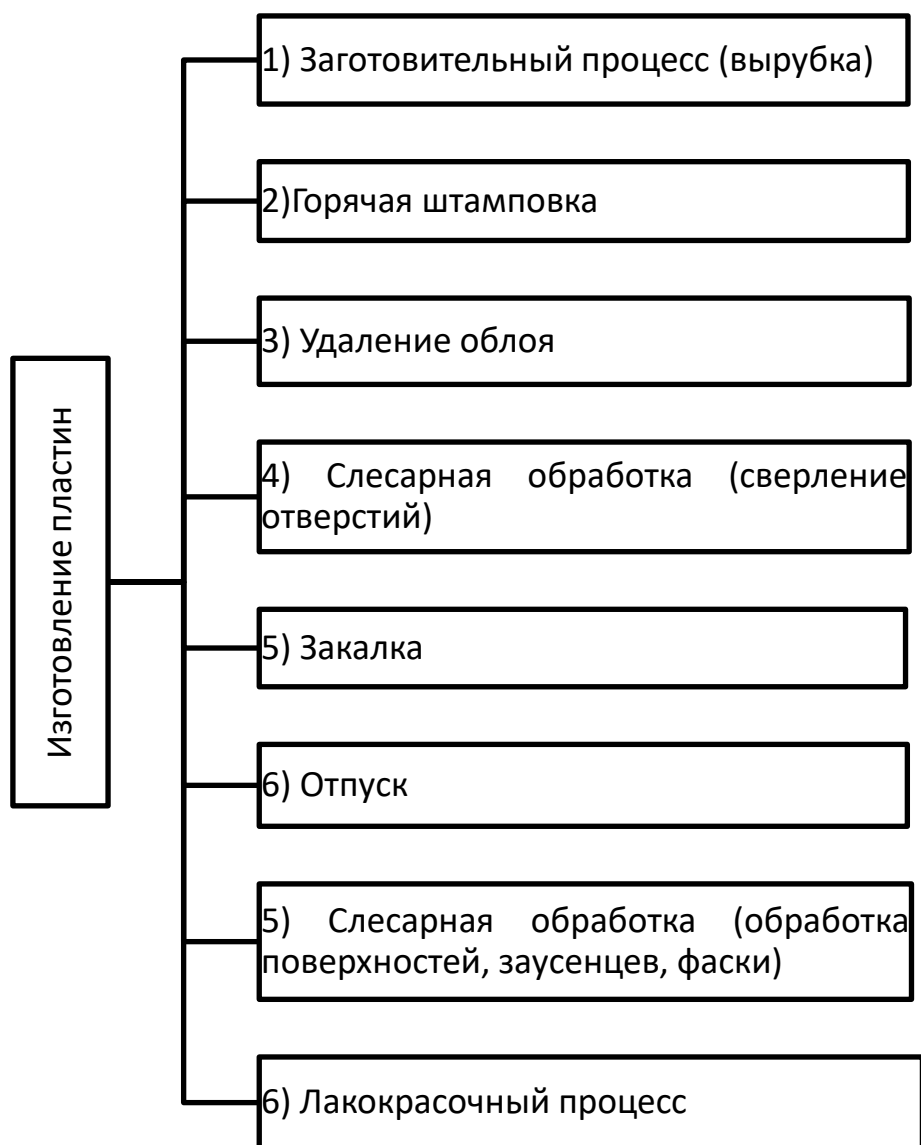


Рисунок 53 – Формообразование пластины

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

Заключительным этапом проектирования изделия является расчет его коммерческого потенциала – расчет экономических параметров и конкурентоспособность продукции.

Расчет финансовых показателей показывает проблемные и сильные позиции, на основе экономических расчетов появляется возможность увидеть на каком из этапов жизненного цикла изделия можно и нужно увеличивать финансовую эффективность.

В настоящее время на рынке Российской Федерации отсутствует отечественный производитель жестких цепей.

Потенциальными потребителями жестких цепей могут стать предприятия во всех отраслях:

- тяжелая промышленность: литейное производство, станкостроение;
- атомная промышленность: дистанционное перемещение грузов, сортировка и подъем грузов;
- гражданские отрасли: подъемники, транспортеры, мобильные сцены и платформы;
- военная отрасль: антенно-мачтовые устройства, транспортировочные устройства.

5.1 Анализ конкурентных технических решений

Рассмотрим компании, которые занимаются производством жестких цепей (таблица 11).

Информация о компаниях взята из общедоступных источников сети Интернет.

Т а б л и ц а 11 – Преимущества и недостатки конкурентов

	Преимущества	Недостатки
Serapid	<ol style="list-style-type: none"> 1. Большой выбор типоразмеров цепей 2. Полностью собственное производство 3. Сертифицированная продукция 4. Большой портфель проектов 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая стоимость для российского рынка 2. Высокий срок поставки 3. Не отечественный производитель
Grob	<ol style="list-style-type: none"> 1. Технические решения для станкостроения 2. Полностью собственное производство 3. Сертифицированная продукция 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая стоимость для российского рынка 2. Высокий срок поставки 3. Не отечественный производитель 4. Ограниченный выбор типоразмеров
Жесткая цепь данной работы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Собственное производство 2. Отечественные поставщики комплектующих и сырья 3. Стоимость 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Малый опыт изготовления 2. Временно ограниченная линейка типоразмеров

Как видно из таблицы 11, главным преимуществом нашей разработки является применение отечественных комплектующих и конкурентоспособная стоимость. Проведем анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения с помощью оценочной карты в таблице 12 [15].

Т а б л и ц а 12 – Оценочная карта конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес крит-я	Баллы			Конкурентно-способность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Надежность	0,15	5	3	5	0,75	0,45	0,75
2. Удобство обслуживания	0,11	4	5	3	0,44	0,55	0,33
3. Технологичность	0,13	4	4	5	0,52	0,52	0,65
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность	0,13	4	3	5	0,52	0,39	0,65
2. Цена	0,14	5	4	4	0,7	0,56	0,56
3. Срок поставки	0,13	3	3	3	0,39	0,39	0,39
4. Послепродажное обслуживание	0,12	4	5	4	0,48	0,6	0,48
ИТОГО	1				3,8	3,46	3,81

При оценке качества используется два типа критериев: технические и экономические.

Веса показателей в сумме составляют 1. Баллы по каждому показателю оцениваются по пятибалльной шкале.

Конкурентоспособность конкурента К:

$$K = \sum B_i * B_i, \quad (1)$$

где B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Полученные результаты сведены в таблицу 12. В строке «ИТОГО» указана сумма всех конкурентоспособностей по каждому из производителей.

Таким образом, согласно полученным расчетам, для увеличения конкурентоспособности изделия, необходимо увеличить несколько показателей:

- удобство обслуживания;
- срок поставки;
- послепродажное обслуживание.

5.2 Расчет финансовой сметы

Расчет проектной сметы составляется как сумма всех расчетных расходов на каждом требуемом этапе жизненного цикла. Расчет включает в себе следующие статьи расходов:

- стоимость покупных изделий;
- стоимость покупных материалов;
- заработная плата;
- страховые и обязательные выплаты;
- расходы на содержание производства;
- амортизационные расходы;
- транспортировки;
- прочие затраты.

В рамках выпускной квалификационной работы и согласно ТЗ, в расчетах затрат принимается что организация производства ведется на уже

существующей производственной площадке. При расчете будет учитываться, что часть требуемого оборудования уже имеется на производстве.

5.2.1 Расчет затрат на материалы

Стоимость покупных изделий и материалов взята из расчета розничной стоимости.

Стоимость материалов взята из расчета расхода на одно звено. В расчете не учитывается минимальная партия закупаемой продукции (таблица 13).

Т а б л и ц а 13 – Расчет затрат на материалы и комплектующие

Наименование	Кол- во	Ед. изм.	Цена	Сумма
Покупные изделия				
1 Кольцо А16.65Г.Кд6.хр ГОСТ 13942-86	4	шт.	2	8
2 Шайба С.16.01.08 ГОСТ 11371-78	4	шт.	1,5	6
Материалы				
3 Круг 24 ГОСТ 2590-2006/20 ГОСТ 1050-2013	0,03	п/м	3162	95
4 Круг 36 ГОСТ 2590-2006/20 ГОСТ 1050-2013	0,02	п/м	3632	73
5 Круг 16 ГОСТ 2590-2006/20 ГОСТ 1050-2013	0,082	п/м	3162	259
6 Лист 9 ГОСТ 19903-2015/Ст3пс ГОСТ 1577-93	0,3	кг	65	20
ИТОГО				461

Расчет покупных изделий – согласно прайсу ООО «Мир крепежа», г. Томск, пр. Мира. 15.

Расчет покупных материалов – согласно прайсу ЗАО «ТоМаг», г. Томск, пер. Автотормный, 3.

5.2.2 Расчет затрат на оборудование

Перечень требуемого оборудования для изготовления звеньев указан в таблице 14.

Т а б л и ц а 14 - Перечень требуемого оборудования

Наименование	Кол-во, шт
Станки	
Комбинированный шлифовальный станок BTS 250	1
Заточной станок с вытяжкой ЗСВ-20	1
Вертикально-сверлильный станок 2Л132	1
Полуавтоматический ленточный станок JET MBS-1319VS	1
Широкоуниверсальный консольно-фрезерный станок FU350MRAPUG	1
Автоматическая Промывочная Установка АПУ 550	1
Токарно-винторезный станок 250ИТВМ.Ф1	1
Дополнительное оборудование	
Верстак ДиКом ВЛ-200-07 с экраном ВЛ-200-Э4	1
Верстак FERRUM 01/001G-3000	2
Стеллаж 1-но секционный	12
Тумба инструментальная WD, WS	1
Стол	1
Шкаф (для одежды) ШРМ-АК800	1
Шкаф (ЛК материалы) СВ 12	1
Окрасочная камера Airlung D1	1
Сушильный шкаф СМ 50/250-1716 ШС	1
Камера абразивная КСО-135-И-ФВ-Р-М	1
Вентиляционная приточная установка Breezart 1000 Aqua	1
Компрессор ЕКОМАК DMD 300 CRD	1

В связи с тем, что организация производства звеньев жесткой цепи происходит на существующем работающем предприятии, в расчетах затрат учитываются только затраты на станки (таблица 15).

Т а б л и ц а 15 - Расчет стоимости приобретаемого оборудования

Наименование	Кол- во	Ед. изм.	Цена за шт, руб	Сумма, руб
1 Комбинированный шлифовальный станок BTS 250	1	шт.	36 285	36 285
2 Заточной станок с вытяжкой ЗСВ-20	1	шт.	60 000	60 000
3 Вертикально-сверлильный станок 2Л132	1	шт.	510 000	510 000
4 Полуавтоматический ленточный станок JET MBS-1319VS	1	шт.	590 000	590 000
5 Широкоуниверсальный консольно-фрезерный станок FU350MRaPUG	1	шт.	3 460 000	3 460 000
6 Автоматическая Промывочная Установка АПУ 550	1	шт.	66 000	66 000
7 Токарно-винторезный станок 250ИТВМ.Ф1	1	шт.	1 100 000	1 100 000
ИТОГО				5 822 285

5.2.3 Расчет затрат заработной платы и соц. обязательств

В связи с тем, что организация производства звеньев производится в рамках существующего предприятия и изготовление звеньев жесткой цепи не является единственной задачей и единственной номенклатурой, расчет заработной платы произведем с учетом количества временных затрат труд. часов на изготовление одной единицы изделия. За норматив оплаты труда взята сумма 265 рублей/час (таблица 16).

Т а б л и ц а 16 – Расчет оплаты труда

Изделие	Операция	Время, н/ч	Ст-ть, руб.	Сумм а	Страховы е взносы (ПФ, соц. и мед)	Итого
1 ТПУ.713141.001 Втулка	Заготовительная	0,033	265	8,7	2,4	11,1
ТПУ.713141.001 Втулка	СлесарнаяЗ	0,083	265	22	6,2	28,2
ТПУ.713141.001 Втулка	Токарная	0,042	265	11,1	3,1	14,2
ТПУ.713141.001 Втулка	Лакокрасочная	0,083	265	22	6,2	28,2
2 ТПУ.713651.001 Ролик	Заготовительная	0,033	265	8,7	2,4	11,1
ТПУ.713651.001 Ролик	СлесарнаяЗ	0,083	265	22	6,2	28,2

Продолжение таблицы 16

ТПУ.713651.001 Ролик	Токарная	0,063	265	16,7	4,7	21,4
ТПУ.713651.001 Ролик	Лакокрасочная	0,083	265	22	6,2	28,2
3 ТПУ.715413.001 Ось	Заготовительная	0,033	265	8,7	2,4	11,1
ТПУ.715413.001 Ось	Слесарная3	0,083	265	22	6,2	28,2
ТПУ.715413.001 Ось	Токарная	0,058	265	15,4	4,3	19,7
ТПУ.715413.001 Ось	Лакокрасочная	0,083	265	22	6,2	28,2
4 ТПУ.743256.001 Пластина	Слесарная1	0,083	265	22	6,2	28,2
ТПУ.743256.001 Пластина	Фрезерование	0,667	265	176,8	49,5	226,3
ТПУ.743256.001 Пластина	Слесарная2	0,083	265	22	6,2	28,2
ТПУ.743256.001 Пластина	Слесарная3	0,167	265	44,3	12,4	56,7
ТПУ.743256.001 Пластина	Лакокрасочная	0,083	265	22	6,2	28,2
5 ТПУ.743256.001- 01 Пластина	Слесарная1	0,083	265	22	6,2	28,2
ТПУ.743256.001-01 Пластина	Фрезерование	0,667	265	176,8	49,5	226,3
ТПУ.743256.001-01 Пластина	Слесарная2	0,083	265	22	6,2	28,2
ТПУ.743256.001-01 Пластина	Слесарная3	0,167	265	44,3	12,4	56,7
ТПУ.743256.001-01 Пластина	Лакокрасочная	0,083	265	22	6,2	28,2
6 ТПУ.303629.001 Звено	Сборочная	1,832	215	393,9	110,3	504,2
ИТОГО						1497,2

5.2.4 Расчет сопутствующих производственных затрат

В сопутствующие производственные затраты входят затраты на производственный инвентарь (стеллажи, магазины для деталей и заготовок, магазины для инструмента и др.). Для расчета затрат, принимаем, что они будут составлять 1 % от стоимости технологического оборудования.

Затраты на производственный инвентарь: $5\,822\,285 \times 0,01 = 58\,223$ рубля.

5.2.5 Расчет амортизации

Расчет амортизации произведем по линейному методу. Линейный метод позволяет рассчитать равномерное начисление амортизационных средств в течение всего времени срока эксплуатации оборудования. При расчете учитывается паспортный срок эксплуатации оборудования и ее стоимость. Срок расчетной амортизации – 1 год.

Расчет годовой нормы амортизации:

$$A_H = \frac{100\%}{CЭ}, \quad (2)$$

где A_H – годовая норма амортизации, %;

$CЭ$ – срок эксплуатации.

Расчет ежегодной суммы амортизации:

$$A = \frac{\text{Стоимость}}{A_H}, \quad (3)$$

где A – ежегодная сумма амортизации.

Т а б л и ц а 17 – Расчет амортизации

Наименование	Срок экспл., лет	Стоимость, руб.	Норма амортизации , %	Сумма амортизации, руб.
1 Комбинированный шлифовальный станок BTS 250	10	36 285	10	3 628,5
2 Заточной станок с вытяжкой ЗСВ-20	10	60 000	10	6 000
3 Вертикально-сверлильный станок 2Л132	15	510 000	6,67	76 462
4 Полуавтоматический ленточный станок JET MBS-1319VS	15	590 000	6,67	88 456
5 Широкоуниверсальный консольно-фрезерный станок FU350MRApUG	15	3 460 000	6,67	518 740
6 Автоматическая промывочная установка АПУ 550	7	66 000	14,3	4 615
7 Токарно-винторезный станок 250ИТВМ.Ф1	15	1 100 000	6,67	164 917
ИТОГО				862 818,5

Таким образом, ежегодная сумма амортизационных средств составляет 862 818, 5 рублей.

5.2.6 Расчет затрат электроэнергии

Расчет электроэнергии произведем исходя из расчета затрат на электроэнергию, израсходованной на изготовление 1 шт. изделия. Расчет произведём по формуле:

$$C_{\text{эл.об}} = P_{\text{об}} * t_{\text{об}} * C_{\text{э}}, \quad (4)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт (п. 4.4. таблица 10);

$C_{\text{э}}$ – тариф на 1 кВт*час, для ТПУ $C_{\text{э}} = 5,45$ руб./кВт*час (включая НДС);

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час. (п. 3.4.2. таблица 2 и 3).

$$C_{\text{эл.об}} = 30,96 \times 3,8 \times 5,45 = 641 \text{ р.}$$

Таким образом, стоимость электроэнергии, затраченной на изготовление одной единицы изделия составляет 641 рубль.

5.2.7. Итоговый расчет себестоимости

Себестоимость единицы продукции – это выраженная в денежной форме сумма затрат на ее производство и реализацию. В качестве планового выпуска продукции примем 2000 единиц звеньев в год. В качестве единицы продукции примем 1 шт. звена.

Т а б л и ц а 18 - Калькуляция затрат себестоимости единицы продукции

Наименование статьи расходов	Сумма затрат на плановый выпуск продукции (2000 шт.), руб.	Сумма затрат на единицу продукции (1 шт.), руб.
Прямые расходы		
1 Материалы	922 000	461
2 Расчет заработной платы и соц. выплаты	2 984 400	1 497
3 Электроэнергия	1 282 000	641
Сумма	5 188 400	2 599
Расходы на оборудование		
4 Оборудование	5 822 285	
5 Сопутствующие производственные затраты	58 223	
6 Амортизация	862 818,5	

Сумма прямых затрат на изготовление 1 штуки звена жесткой цепи составляет 2 599 рублей. В этой сумме не учтены затраты на приобретение оборудования, амортизацию и сопутствующие расходы, которые в сумме составляют 6 743 326,5 рублей.

На основе этого можно сделать заключение, что при планировании производства, необходимо определить объем выпускаемой продукции и ее продолжительность. Данная работа преследует цель - исследование выпуска продукции с объемом 2000 штук звеньев в год. Для данного объема изделий, целесообразно использовать именно описанную технологическую схему производства, а именно фрезерование. Данный объем изделий используется ограниченно именно под конкретный проект.

Однако, если объем выпускаемой продукции планируется объемом более 2000 штук в год, и предполагается реализация жесткий цепей отдельно, целесообразно рассмотреть метод формообразования пластин звеньев методом штамповки (п. 4.5.).

6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В данной работе рассматривается звено жесткой цепи в рамках исследования жизненного цикла этого изделия. Жизненный цикл состоит из таких разделов как проектирование и подготовка к производству. Жесткая толкающая цепь служит для перемещения полезной нагрузки в пространстве.

Целью раздела является изучение оптимальных норм, обеспечивающих производственную безопасность при работе с персональным компьютером, сохранение здоровья и работоспособности человека, улучшение условий труда и охраны окружающей среды.

Раздел включает в себя описание и влияние на человека опасных и вредных факторов при исследовании жизненного цикла звена жёсткой цепи.

Рабочим местом является помещение, оборудованное персональным компьютером. Организация рабочего места должна соответствовать санитарным нормам, требованиям техники безопасности, нормам экологической и пожарной безопасности.

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.1.1 Правовые нормы трудового законодательства

Правовые отношения между работодателем и работником регулируются Трудовым кодексом РФ. Режим рабочего времени 8 часов в день и продолжительность рабочей недели 40 часов устанавливается согласно статье 91 ТК РФ. На основании статьи 101 ТК РФ необходимость привлечения во внеурочное время оформляется приказом руководителя предприятия. Работа в нерабочие праздничные дни допускается в случаях, предусмотренных статьей 112 ТК РФ. Работникам так же предоставляется ежегодный отпуск 28 календарных дней (статья 115 ТК РФ).

Под обработкой персональных данных понимают следующие действия: получение, хранение, передача или любое другое использование персональных данных работника (статья 85 ТК РФ). Обработка персональных данных

работодателем проводится в целях обеспечения соблюдения законов, содействия работникам в трудоустройстве, обучении и продвижении по службе, обеспечения личной безопасности работников. Все персональные данные получают от первого лица, в случае передачи информации от третьих лиц – письменное уведомление работника об этом. Работник имеет право на защиту своих данных (статья 86 ТК РФ). Согласно статье 90 ТК РФ, лица, виновные в нарушении норм обработки данных могут быть привлечены к дисциплинарной, материальной, к гражданско-правовой, административной и уголовной ответственности.

Нормирование труда происходит согласно статьям 159-163 ТК РФ. Нормы труда - нормы выработки, времени, нормативы численности и другие нормы - устанавливаются в соответствии с достигнутым уровнем техники, технологии, организации производства и труда. Нормы труда могут быть пересмотрены по мере совершенствования или внедрения новой техники, технологии и проведения организационных либо иных мероприятий, обеспечивающих рост производительности труда, а также в случае использования физически и морально устаревшего оборудования.

На основании этой нормы работодатель внедряет тарифную, сдельную или почасовую оплату труда. Работа, выполненная сверх нормы, должна быть оплачена по завышенным расценкам, либо выплачена в качестве премии. Систему нормирования труда и заработной платы предприятия разрабатывают самостоятельно, основываясь на ТК РФ. При составлении норм труда должны быть соблюдены режим труда и отдыха. Уровень заработной платы не может быть ниже минимальной, сумма зарплаты зависит от трудовых достижений работника, его квалификации, образования, условий труда. Минимальный размер оплаты труда устанавливается одновременно на всей территории РФ федеральным законом и не может быть ниже величины прожиточного минимума трудоспособного населения. Для Томской области с 01.01.2020 эта сумма составляет 15769 рублей.

Согласно статье 131 ТК РФ платы производится в денежной форме в валюте РФ - в рублях, по соглашению сторон может быть выдана в иностранной валюте. Выплата заработной платы в купонах, в форме расписок, а также в виде спиртных напитков, наркотических, ядовитых, вредных и иных токсических веществ, оружия и т.п., не допускается.

Если работник принят на работу с вредными условиями труда, то это должно быть установлено в его трудовом договоре. Договор должен содержать информацию: о трудовой функции (работа по должности в соответствии со штатным расписанием, профессии, специальности с указанием квалификации; конкретный вид поручаемой работы); о режиме рабочего времени; условия оплаты труда; положенные компенсации за тяжелую работу и работу с вредными и опасными условиями труда.

Работодатель обязан принять следующие меры для сотрудников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда: производить повышенную оплату труда; установить сокращенную продолжительность рабочего времени – не более 36 часов в неделю; максимально допустимая продолжительность ежедневной смены не может превышать: при 36-часовой рабочей неделе – 8 часов, при 30-часовой рабочей неделе и менее – 6 часов (статья 94 ТК РФ); предоставлять ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск, минимальная продолжительность которого не менее 7 календарных дней (статья 117 ТК РФ); проводить за свой счет медицинские осмотры; обеспечивать средствами индивидуальной и коллективной защиты (статья 219 ТК РФ).

6.1.2 Эргономические требования к расположению и компоновке рабочей зоны с ПЭВМ

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 площадь на одно рабочее место пользователей ПК составляет 6,5 м² и 20 м³ объема на одного человека. Рабочее место с ПЭВМ расположено в помещении площадью 16,8 м², и объёмом 50,4 м³, что удовлетворяет нормам на одного человека.

Для внутренней отделки интерьера помещений с ПЭВМ должны использоваться диффузно–отражающие материалы. В помещениях, где находится компьютер, необходимо обеспечить следующие величины коэффициента отражения: для потолка 60 – 70 %; для стен 40 – 50%; для пола 30 %; для других поверхностей и рабочей мебели 30 – 40%.

Рабочее место относительно к световым проемам должны располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева. Оконные проемы в помещениях, где используются персональные компьютеры, должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа: жалюзи, занавесей, внешних козырьков (ТОИ Р-45-084-01).

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм. Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100-300 мм от края, обращённого к пользователю или на специальной, регулируемой подставке.

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на его рабочей поверхности используемого оборудования с учётом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы. Тип рабочего стула (кресла) должен выбираться в зависимости от характера и продолжительности работы с ПЭВМ с учётом роста пользователя. Работающий за компьютером должен сидеть прямо, опираясь в области нижнего края лопаток на спинку кресла, не сутулясь, с небольшим наклоном головы вперед (до 5 – 7°). Предплечья должны опираться на поверхность стола, снимая тем самым статическое напряжение плечевого пояса и рук. Рабочее место должно быть оборудовано подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20°. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.

6.2 Производственная безопасность. Анализ вредных и опасных факторов, возникающих при проектировании звена жесткой цепи

В таблице 19 приведены вредные и опасные факторы, возникающие при проектировании, изготовления и эксплуатации звена жесткой толкающей цепи.

Т а б л и ц а 19 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра- ботка	Изгото- вление	Эксплуа- тация	
1 Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны	+	+	+	ГОСТ 12.1.005-88 СанПиН 2.2.4.3359-16 СНиП 23-05-95* ГОСТ Р МЭК 61140-2000 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 СанПиН 2.2.4.548-96 СНиП 21-01-97* СП 52.13330.2010
2 Повышенная или пониженная влажность воздуха	+	+	+	
3 Отсутствие или нехватка освещения	+	+	+	
4 Электромагнитное излучение	+			
5 Длительность сосредоточенного наблюдения	+			
6 Шум, вибрации	+	+		
7 Возможность поражения электрическим током	+	+		
8 Повышенный уровень статического электричества, короткое замыкание	+	+		

Нормы оптимальных условий устанавливает СанПиН 2.2.4.548-96 для категорий работ, разграниченных на основе интенсивности энергозатрат организма в ккал/ч (Вт). Работа оператора ЭВМ относится к категории Ia – работа с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны

Из-за неправильной работы элементов отопления и вентиляции может возникать нарушение температурного режима в производственных помещениях. Повышенная или пониженная температура может приводить к дискомфорту, быстрой утомляемости работников, повышает риск заболевания.

В производственных помещениях с ПЭВМ должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата, холодное и теплое время года. Эти параметры представлены в таблице 20.

Т а б л и ц а 20 - Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	22-24	21-25	60-40	0,1
Теплый	23-25	22-26	60-40	0,1

К средствам индивидуальной защиты от неблагоприятных климатических условий относят: спецодежду, спец. обувь, средства защиты рук, головные уборы.

Повышенная или пониженная влажность воздуха

Неправильная работа приточно-вытяжной вентиляции, сквозняки, нарушение теплового баланса из-за плохой теплоизоляции здания приводят к нарушению норм влажности в производственных помещениях. Избыточная влажность приводит: к образованию плесени и грибка, которые провоцируют аллергические реакции у человека; порчу материалов и оборудования. Пониженная влажность вызывает сухость глаз и кожных покровов, вызывает дискомфорт у работников, а результате снижается работоспособность и иммунитет.

Показатели влажности согласно СанПиН 2.2.4.548-96 должны составлять: 70% - при температуре воздуха 25 °С; 65% - при 26 °С; 60% - при 27 °С; 55% -

при 28° С. Для минимизации воздействия пониженной и повышенной влажности настраивают систему вентиляции, применяют соответственно дополнительные увлажнители и осушители воздуха.

Отсутствие или нехватка освещения

Освещение рабочего места - важнейший фактор создания нормальных условий труда. Недостаточная освещенность рабочей зоны возникает при отсутствии естественных источников и неправильному расположению искусственных источников света. Неправильное освещение часто является причиной травматизма (плохо освещенные опасные зоны, слепящие лампы и блики от них), приводит к утомлению глаз и организма в целом. Резкие тени ухудшают или вызывают полную потерю ориентации работающих, а также вызывают потерю чувствительности глазных нервов, что приводит к резкому ухудшению зрения.

Освещенность рабочего места, согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, должна быть не менее 300-500 лк, что может достигаться установкой местного освещения. Местное освещение не должно создавать бликов на экране. За счет правильного выбора и расположения светильников, яркость бликов на экране не должна превышать 40 кд/м².

Нормальная освещённость достигается в дневное время за счёт естественного света, проникающего через оконные проёмы, в утренние и вечерние часы за счёт искусственного освещения лампами.

Приведем расчет общего освещения в офисном помещении с параметрами: площадь $S=16,8$ м², длина $A=5,6$ м; ширина $B=3$ м; высота потолка $H=3$ м. Используемый тип светильника – ЛВО10-4, $\lambda=1,3$. Коэффициент запаса для малого выделения пыли – $K_3=1,5$. Коэффициент минимальной освещенности для люминесцентных ламп – $Z=1,1$.

Коэффициенты отражения потолка $\rho_{\text{п}} = 50 \%$; стен $\rho_{\text{с}} = 50 \%$. Высота рабочего стола $h_p=0,8$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью:

$$h = H - h_c - h_p, \quad (6.1)$$

где h_c – высота свеса лампы от потолка помещения, м;

h_p – высота рабочей поверхности от пола, м.

Расстояние между светильниками:

$$L = \lambda \cdot h \quad (6.2)$$

где λ – критерий оптимальности расположения светильников;

h – высота светильника над рабочей поверхности, м,

Индекс помещения:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} \quad (6.3)$$

Световой поток одной лампы:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot Z \cdot K_z}{N \cdot \eta}, \quad (6.4)$$

где E_n – нормированная минимальная освещенность, лк;

S – площадь освещаемого помещения, м²;

Z – коэффициент неравномерности освещения;

K_z – коэффициент запаса;

η – коэффициент использования светового потока;

N – число ламп в помещении.

Мощность осветительной установки:

$$P = N \cdot P_{\text{л}}, \quad (6.5)$$

где $P_{\text{л}}$ – мощность одной лампы, Вт.

Так как светильник типа ЛВО10-4, встраивается в потолок офисного помещения, принимаем $h_c = 0,1$ м, по формуле (6.1) получим:

$$h = 3 - 0,1 - 0,8 = 2,1 \text{ м};$$

По формуле (6.2) получим:

$$L = 1,3 \cdot 2,1 = 2,73 \text{ м}.$$

Оптимальное расстояние от крайнего ряда светильников до стены:

$$L/3 = 0,91 \text{ м}.$$

В офис размещаем два светильники в два ряда. Количество ламп в каждом светильнике 4 штук, количество ламп $N=16$ шт.

Индекс помещения по формуле (6.3):

$$i = \frac{5,6 \cdot 3}{2,1 \cdot (5,6 + 3)} = 0,93$$

Коэффициент использования светового потока $\eta=0,30$.

По формуле (6.4) получим:

$$\Phi = \frac{300 \cdot 16,8 \cdot 1,1 \cdot 1,5}{16 \cdot 0,30} = \frac{8316}{4,8} = 1732 \text{ лм.}$$

Выбираем ближайшую по светимости лампу T5 FHE Luxline белого цвета, мощностью 21 Вт со световым потоком 1910 лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_c - \Phi_p}{\Phi_c} \leq 20\% \quad (6)$$

По выражению (6.6) получим:

$$\frac{\Phi_c - \Phi_p}{\Phi_c} = \frac{1910 - 1732}{1910} \cdot 100\% = 9,3\%$$

Отклонение значения светового потока выбранной лампы от расчетного находится в пределах $-10\% \dots +20\%$.

Определяем электрическую мощность осветительных установок по формуле (6.5):

$$P = 16 \cdot 21 = 336 \text{ Вт}$$

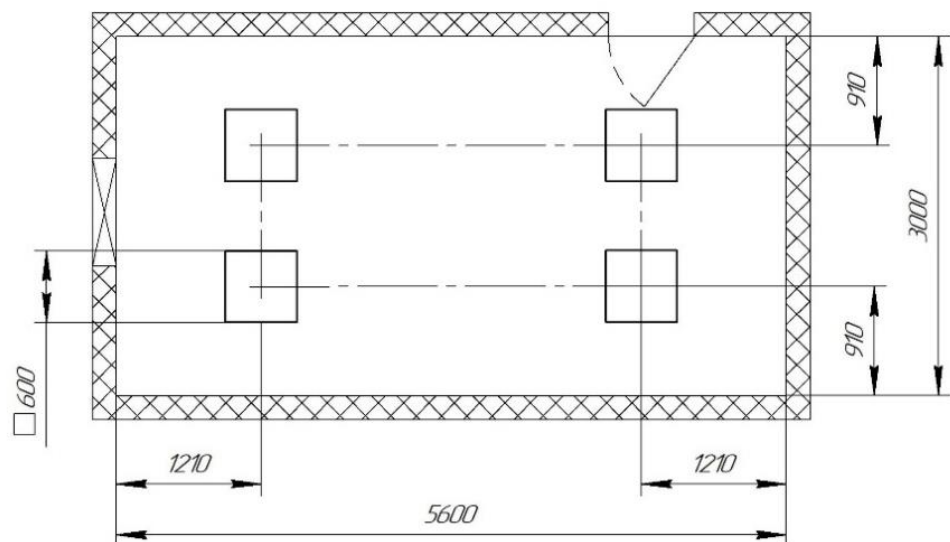


Рисунок 54 - План размещения светильников в офисе

Электромагнитное излучение

Источником электромагнитных излучений является монитор персонального компьютера. При длительном воздействии повышенного уровня электромагнитного излучения на человека приводит к раздражительности, утомляемости и общей напряжённости.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 электромагнитного поля по электрической составляющей на расстоянии 50 см вокруг видеодисплейного терминала не должна превышать 25 В/м в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц; 2,5 В/м - в диапазоне от 2 до 400 кГц. Плотность магнитного потока не должна превышать в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц 250 нТл и 25 нТл - в диапазоне от 2 до 400 кГц. Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500 В.

Для защиты от внешнего облучения, возникающего при работе с дисплеем, на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы – при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы; монитор устанавливается на расстоянии не менее 60-70 см от оператора; использование мониторов со встроенными защитными экранами.

Длительность сосредоточенного наблюдения

Источником возникновения длительного сосредоточенного наблюдения может быть напряженная и длительная работа в режиме считывания информации с ПЭВМ. Большая длительность сосредоточенного наблюдения может приводить к напряжению глазных мышц, усталости и общей напряженности организма.

Длительность сосредоточенного наблюдения, измеряется в процентах, от времени смены - чем больше процент времени отводится в течение смены на сосредоточенное наблюдение, тем выше напряженность. Общее время рабочей смены принимается за 100 %. Длительность сосредоточенного наблюдения в процентах следующим образом классифицирует этот показатель: до 25 % от продолжительности рабочей смены - оптимальные условия труда, 26 - 50 % -

допустимые, 51 - 75 % - напряженный труд 1 - й степени, а при длительности сосредоточенного наблюдения более 75 % условия труда следует относить ко 2 - й степени напряженности. Нервная напряженность труда должна быть минимальной; длительность сосредоточенного наблюдения не должна превышать 25 % сменного времени. Для устранения этого фактора необходимо соблюдать регламентированные перерывы. Продолжительность непрерывной работы с ВДТ без регламентированного перерыва не должна превышать 2-х часов.

При 8-ми часовой рабочей смене в работе с ВДТ и ПЭВМ регламентированные перерывы следует устанавливать через 2 часа от начала смены и через 2 часа после обеденного перерыва длительностью 15 минут.

Шум, вибрации

Основным источником шума в комнате являются вентиляторы охлаждения ЭВМ, шум от приточно-вытяжной вентиляции. Шум в производственных помещениях вызывает головную боль, приводит к быстрой утомляемости, бессоннице или сонливости, ослабление памяти, снижение реакции. Интенсивный производственный шум приводит к частичной или полной потере слуха.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 при выполнении основной работы на ПК уровень звука на рабочем месте не должен превышать 50 дБ. Снизить уровень шума в помещениях с ВДТ и ПЭВМ можно использованием звукопоглощающих материалов с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63 - 8000 Гц для отделки помещений.

К источникам вибрации в рассматриваемом производственном помещении относятся: ПЭВМ. К внешним источникам вибрации относится транспортный поток. При работе в условиях вибраций производительность труда снижается, растет число травм.

Вибрации, которые могут возникать на рабочем месте относят к общим вибрациям 3в категории. В производственных помещениях, в которых работа с

ВДТ и ПЭВМ является основной, вибрация на рабочих местах не должна превышать допустимых норм вибрации, приведенных в таблице 3.

Т а б л и ц а 21 – Допустимые нормы вибрации

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Допустимые значения			
	по виброускорению		по виброскорости	
	мс, $\cdot 10^{-2}$	дБ	мс, $\cdot 10^{-1}$	дБ
	оси X, Y			
2	5,3	25	4,5	79
4	5,3	25	2,2	73
8	5,3	25	1,1	67
16	1,0	31	1,1	67
31,5	2,1	37	1,1	67
63	4,2	43	1,1	67
Корректированные значения и их уровни, дБ	9,3	30	2,0	72

Для защиты от вибрации применяют следующие методы: отстройка от резонансных частот; вибродемпфирование; виброизоляция; виброгашение.

Возможность поражения электрическим током

К опасным факторам можно отнести наличие в помещении персонального компьютера (системный блок и монитор), использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В, частотой 50 Гц. По опасности электропоражения производственное помещение проектировщика звена цепи относится к помещениям без повышенной опасности: отсутствует повышенная влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного соприкосновения с имеющими соединение с землей металлическими предметами и металлическими корпусами оборудования. Поражение человека электрическим током может произойти при

однофазном прикосновении незащищенного от земли человека к незащищенным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением; при прикосновении к незащищенным частям при нарушении изоляции; при в коротком замыкании в блоке питания компьютера и монитора.

Электрический ток, проходя через тело человека, оказывает на него сложное воздействие, являющееся совокупностью термического, электролитического, биологического и механического воздействий, что приводит к различным нарушениям в организме, вызывая как местные повреждения тканей и органов, так и общее его поражение.

Мероприятия по обеспечению электробезопасности: изолирование токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним; защитное заземление; наличие общего рубильника; осмотр технического оборудования, изоляции. К организационным мероприятиям относятся инструктажи сотрудников, плакаты и знаки безопасности, маркировки розеток. Сотрудники, работающие на ПЭВМ, относятся к электротехническому персоналу - I группе электробезопасности. Инструктажи проводятся не реже одного раза в год с внесением записи в журнал.

Повышенный уровень статического электричества

Заряды статического электричества образуются при трении веществ с различной диэлектрической проницаемостью: металлов о полупроводники или диэлектрики, полупроводников друг о друга или о диэлектрики, диэлектриков друг о друга. Кроме электризации, в результате трения при перемещении, движении, разбрызгивании или размалывании возможна также электризация на расстоянии наведением зарядов через индукцию без непосредственного контакта заряженного тела и проводника в электрически нейтральном состоянии. Источником статического электричества на рабочем месте исследователя так же является ПЭВМ. Компьютер во время работы создает электростатические поля, в зону действия которых могут попадать самые различные бытовые и офисные предметы — от корпусов мебели и электроприборов до мельчайших частиц на

их поверхности. В системном блоке у компьютера имеется, в среднем, 2 вентилятора. Они гоняют воздух, выдувают наэлектризованные пылинки наружу, которые потом, не теряя заряда, могут оседать и на нашей коже, волосах и в дыхательных органах. Из-за статического электричества пыль оседает на разных частях компьютера и механизмов, что в последующем может привести к их неисправности и выходу из строя.

Разряды статического электричества не опасны, так как время его протекания через тело человека мало (равно миллисекундам). Такие кратковременные импульсы могут вызвать неприятные ощущения, а при определённых условиях могут привести к нарушению нормального хода технологического процесса, а также к непроизвольному, резкому движению, которое может явиться причиной травмы. Возникновение электрических зарядов может явиться причиной воспламенения смеси воздуха с горючими газами, парами или пылями, т.е. инициировать пожары и взрывы.

Защита от статического электричества основана на следующих принципах: уменьшение процесса генерации электростатических зарядов (ограничение скорости переработки и транспортирования материалов, подбор контактирующих пар, антистатическая обработка и др.); исключение опасных разрядов статического электричества путём заземления проводящих объектов: рассеяние возникающих электростатических зарядов (увеличение проводимости самих материалов и окружающей среды, применение нейтрализаторов статического электричества, способствующих увеличению электропроводности воздуха путём его ионизации).

6.3 Экологическая безопасность

Персональный компьютер состоит из нескольких основных компонентов: системный блок, монитор, клавиатура, мышь. Все эти электронные устройства содержат в себе печатные платы с паянными соединениями, а также детали из различных по свойствам материалов. В запчастях этих электронных устройств могут содержаться свинец, ртуть, олово, драг металлы, пластик. При воздействии

на почву и атмосферу эти вещества приводят к загрязнению, гибели живых организмов.

Согласно Федеральному закону от 24 июня 1998 г. N 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», все отходы делятся на несколько классов опасности. В старых компьютерах могут одновременно содержаться и опасные, и безопасные элементы: ртутные лампы, используемые в мониторах, являются чрезвычайно опасными - I класс; печатные платы и аккумуляторы, которые содержат припой из свинца и олова - II класс опасности; трансформаторы и провода – III класс; металлические детали - IV класс.

Схема переработки компьютера: составление паспорта отхода; проведение экологического исследования; разбор техники; сортировка комплектующих; дальнейшая переработка. Запчасти сортируют по вредности, для перевозки, перерабатывают или складировать на полигонах. Отходы I и II класса должны храниться в специально оборудованном, изолированном помещении. На это помещение требуется оформить документы согласно СанПиН 2.1.7.1322-03. Отходы ПК упаковываются в герметичные контейнеры и цистерны с толщиной стенок не менее 10 мм и могут храниться не более 24 часов на одном месте. III категория отходов собирается в бумажные и текстильные мешки.

Компьютерную технику утилизируют посредством термической обработки (циклонные сепараторы, металлоплавильные и специальные микроволновые печи) и с помощью определенного оборудования. Существуют станки для извлечения электронных элементов компьютерной техники, к примеру, плат. После автоматического изъятия компонентов проходит ручная сортировка. Затем детали отправляются в шредер или размольную мельницу, которые их перемалывают. В РФ драгметаллы из компьютерной техники извлекаются на 8 заводах, которые позволяют получать почти 100% содержащихся в приборах благородных металлов.

Люминесцентные лампы содержат ртуть, которая обладает токсичными свойствами и при попадании в живые организмы провоцирует отклонения и

патологии, может вызывать у человека нарушения нервной системы, органов дыхания, сбои в иммунной системе. Соединения ртути могут не только расходиться по воздуху, но и накапливаться в почве, проникать в воду. Как было описано выше, люминесцентные лампы относятся к I классу опасности.

Постановление Правительства РФ от 3 сентября 2010 г. N 681 «Об утверждении Правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде» устанавливает порядок сбора и накопления отработанных ртутьсодержащих ламп, порядок транспортирования, размещения (хранения и захоронения), порядок обезвреживания и использования отработанных ртутьсодержащих ламп.

Утилизировать списанную офисную и технику, люминесцентные лампы, оформленные как отходы, имеет право только организация, имеющая лицензию на сбор, использование, обезвреживание, транспортирование, размещение отходов 1-4 класса опасности согласно 08.08.2001 № 128-ФЗ.

Промышленное производство бумаги оказывает значительное воздействие на окружающую среду на первоначальном этапе получения и обработки сырья и на последующих этапах. При производстве бумаги в воздух и воду попадают высокотоксичные химические вещества, такие как толуол, метанол, диоксид хлора, соляная кислота и формальдегид. Создание переработанной бумаги требует меньше химических веществ и отбеливателей, чем создание новой бумаги.

Макулатурой называют бумажные изделия, которые в дальнейшем будут переработаны для последующего повторного использования. Бумажные отходы являются неопасными – относятся к V классу. Из-за этого деятельность по обороту макулатуры отдельно не регулируется и весь мусор утилизируется вместе с бытовыми отходами на полигонах. Скопления бумаги – возможный источник возгорания, которое может возникнуть на свалке при взрыве

свалочного газа, например. При горении в воздух выделяются токсичные соединения, содержащиеся в бумаге: от краски, клея, металлов. Сокращение негативного воздействия возможно при организации раздельного сбора мусора.

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация, которая может возникнуть при работе с компьютером – возгорание оборудования, пожар. Причинами пожар могут быть как нарушение режимных требований и технологических инструкций при работе, неправильная эксплуатация, так неисправности оборудования - повреждение и пробой изоляции; токовые перегрузки; разряды статического электричества. Во время пожара на человека воздействует повышенная температура окружающей среды, пламя, токсичные продукты горения и дым.

Помещение с ПЭВМ относится к категории В по степени взрывопожарной и пожарной опасности. Необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий технического, эксплуатационного и организационного плана.

К пожарно-профилактическим мероприятиям относятся: регулярный контроль исправности защитных устройств и аппаратов на электрооборудовании, постоянный контроль за надлежащей эксплуатацией электроустановок и электросетей; надзор за выполнением правил технической эксплуатации электрических устройств; проверка знаний противопожарной безопасности; пожарно-техническая проверка для выявления состояния объектов представителями пожарного надзора с последующим выполнением предписаний и приказов; проверка наличия и исправности первичных средств пожаротушения; проведение учебных тревог и эвакуаций персонала.

Помещение с ПЭВМ должно быть оборудовано первичными средствами пожаротушения: автоматической пожарной сигнализацией, датчиками дыма, углекислотными огнетушителями типа ОУ-2 или ОУ-5.

При возникновении пожара необходимо обесточить помещение, сообщить в пожарную охрану и администрации предприятия; принять меры по тушению пожара, организовать эвакуацию людей и защиту материальных ценностей; при угрозе жизни покинуть помещение через эвакуационные пути.

Все двери эвакуационных выходов должны свободно открываться в сторону выхода из помещений. При пребывании в помещении людей, двери могут запираются только на внутренние, легко открываемые запоры. Пути эвакуации должны быть освещены в соответствии с требованиями СП 52.13330.2010.

Вывод

В данной работе было проведено исследование офисного помещения, с одним рабочим местом и ПЭВМ. Определены опасные и вредные факторы при проектировании звена жесткой толкающей цепи. Установлено влияние объекта на окружающую среду, рассмотрен процесс утилизации персонального компьютера, люминесцентных ламп и макулатуры. Рассмотрены пожарно-профилактические мероприятия и действия при пожаре. По результатам раздела можно сделать вывод, что помещение и рабочее место исследователя, оборудованное персональным компьютером, соответствует нормативно-технической документации.

Заключение

В данной работе был исследован жизненный цикл звена из состава жесткой цепи. Были проанализированы составные части жизненного цикла – проектирование, технология, производство и др.

В качестве основного направления жизненного цикла была взята модель производственного участка с технологией формообразования звена путем фрезерования. Был подобрано соответствующее технологическое оборудование и был произведен финансовый менеджмент по указанному методу изготовления.

Были рассчитаны прямые расходы и расходы на оборудование.

По результатам работы можно выделить следующие тезисы:

- для изготовления малыми партиями для нужд собственных проектов головных изделий (до 2000 штук в год) экономически целесообразно использовать универсальное производственное оборудование и отработанные технологические операции по изготовлению звеньев;

- для изготовления звеньев, количеством превышающих 2000 штук в год, целесообразно использование технологической операции штамповка вместо фрезеровки в операциях формообразования пластин из состава звеньев. Для этого необходимо перестроение производственного участка и дооснащение его требуемым оборудованием или выполнение указанных операций подрядными организациями по договору кооперации.

Литература

- 1 СЕРАПИД [Электронный ресурс] <https://www.serapid.com/ru>.
- 2 Компания GROB-WERKE GmbH & Co. KG [Электронный ресурс] <https://www.grobgroup.com/>.
- 3 Тягово-толкаящая цепь и привод. Патент. [Электронный ресурс] <http://easpatents.com/14-9753-tyagovo-tolkayushhaya-cep-i-privod.html>.
- 4 Цепной толкатель. Патент. [Электронный ресурс] <http://patents.su/3-1120153-cepnojj-tolkatel.html>.
- 5 Завод ТомАг [Электронный ресурс] <https://www.tomag.ru/>.
- 6 Т.К. Тарасова. Общеотроительные типовые нормы времени на станочную обработку деталей машин //Выпуск III. Нормализованные крепежные детали //Отдел научной информации НИИ труда//Типография при НИИ труда Государственного комитета Совета Министров СССР по вопросам труда и заработной платы/ Москва/1975.
- 7 С.А. Юровский, М.Ю. Чинякова. Общеотроительные нормативы времени на слесарные работы по ремонту оборудования/Издательство «Экономика», Москва/1989.
- 8 Вертикальный сверлильный станок 2ЛЗ [Электронный ресурс] <https://tomsk.sterbrust.com/catalog/vertikalno-sverlilnye-stanki-rossiya/reduktornyy-sverlilnyy-standok-2l132/>.
- 9 Фрезерный станок FU350MRApUG-03 [Электронный ресурс] https://rustan.ru/t_321_fu350r.htm.
- 10 Ленточный отрезной станок GET MBS-1319VS [Электронный ресурс] <https://www.jettools.ru/catalog/poluvavtomaticheskie-lentochnopilnye-stanki/jet-mbs-1319vs-lentochnopilnyy-standok/>
- 11 Токарно-винторезный станок 250 ИТБМ.Ф1 [Электронный ресурс] http://stanki-katalog.ru/sprav_250itvm.htm.
- 12 Федеральный закон РФ от 10.01.2002 №7-ФЗ (ред. от 27.12.2018) «Об охране окружающей среды».

13 Федеральный закон РФ от 24.06.1998 №89-ФЗ (ред. от 25.12.2018) «Об отходах производства и потребления».

14 Федеральный закон №99-ФЗ (ред. от 17.06.2018) «О лицензировании отдельных видов деятельности».

15 Финансовый менеджмент. Ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие/ Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухватуллина, И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.В. Шаповалова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 73 с.

Приложение А

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на опытно-конструкторскую работу

«Разработка звена в составе жесткой цепи»

1 НАИМЕНОВАНИЕ, ШИФР И ИСПОЛНИТЕЛЬ

1.1 Наименование ОКР: Разработка звена в составе жесткой цепи.

1.2 Шифр ОКР: «Звено».

1.3 Исполнитель ОКР: магистрант Пазылбеков К.С.

➤ Жесткая цепь применяется для выполнения толкающих и тянущих видов работ. Применяется передачи толкающего усилия на перемещаемый объект.

2 ЦЕЛЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ОКР и НАИМЕНОВАНИЕ

2.1 Цель работы: Разработка рабочей конструкторской документации и изготовление макета звена.

2.2 Наименование изделия: «Звено жесткой цепи».

Разрабатываемое изделие создается с первичной целью обеспечения работоспособности мачтового комплекса. Задачей цепи является толкающее воздействие на секции мачты и выдвижения последней. Рассматриваемое первичное применение не является единственным и рассматривается как основное на период проектирования и изготовления не исключая возможности применения и на иных устройствах где возможно применения конструкции жесткой цепи.

Проектирование звена цепи решает следующие задачи:

- обеспечение толкающей функции жесткой цепи;
- компактность хранения;
- мобильность развертывания.

3 ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИЗДЕЛИЮ

3.1 Состав изделия.

Состав звена жесткой цепи должен соответствовать номенклатуре, приведенной в таблице А.1.

Т а б л и ц а А.1 – Состав звена

Наименование	Обозначение	Кол-во
Звено, в составе:	ФЮРА.303629.001	1
- Втулка	ФЮРА.713651.001	2
- Ролик	ФЮРА.713651.001	1
- Ось	ФЮРА.715413.001	1
- Пластина	ФЮРА.743256.001	1
- Кольцо А10.Ц9.хр ГОСТ 13942-86		4
- Шайба С.10.04.019 ГОСТ 11371-78		4

3.2 Требования по назначению:

3.3 Звено в составе жесткой цепи предназначено для работы в качестве средства перемещения полезной нагрузки на заданное направление и расстояние.

3.4 Звено в составе жесткой цепи должно обеспечивать:

- возможность сборки и разборки цепи в полевых условиях;
- составные части звена должны быть унифицированными;
- при расчетной высоте головного устройства не менее 10 метров, максимальный вес перемещаемой полезной нагрузки должен составлять не менее 50 кг;
- возможность сгиба цепи только в одном направлении;
- возможность перемещения цепи через зацепление звеньев звездочкой привода;
- в случае параметризации размеров линейки звеньев, конструкция элементов звена должна быть типичной и технологичной.

3.5 Требования к живучести и стойкости к внешним воздействиям

3.5.1 Жесткая цепь по условиям эксплуатации должны соответствовать требованиям по воздействию внешних факторов

квалификационной группе 1.4.1 климатического исполнения «О» по ГОСТ РВ 20.39.304.

3.5.2 Требования к воздействию атмосферных конденсированных осадков (иней и роса) должны соответствовать методике испытаний 5.9 по ГОСТ РВ 20.57.306.

3.5.3 Требования к устойчивости и прочности при воздействии акустического шума, плесневых грибов, компонентов ракетного топлива, агрессивных сред не предъявляются.

3.5.4 Жесткие цепи должны соответствовать ГОСТ РВ 20.39.308-98.

3.6 Требования к надежности

3.6.1 Средняя наработка на отказ должна быть не менее 5000 ч.

3.6.2 Среднее время восстановления должно быть не более 20 минут.

3.6.3 Срок службы должен быть не менее 20 лет.

3.6.4 Ресурс до списания должен быть не менее 25000 часов.

3.6.5 Гарантийный срок эксплуатации должен составлять 10 лет.

3.7 Требования по эксплуатации, удобству технического обслуживания, ремонту и хранению.

3.7.1 При эксплуатации жестких цепей должны быть предусмотрены все виды технического обслуживания и ремонта.

3.7.2 Условия хранения должны соответствовать требованиям ГОСТ В 9.003. Жесткие цепи должны быть рассчитаны для хранения в течение 10 лет с ежегодной переконсервацией при хранении на открытых площадках, под навесом и в неотапливаемом помещениях. Для покупных комплектующих изделий нормы хранения должны соответствовать техническим условиям на них.

3.8 Требования по стандартизации. Унификации.

3.8.1 При выполнении ОКР должны быть обеспечены требования стандартизации в соответствии с ГОСТ Р 15.201-2000.

3.9 Требования по технологичности

3.9.1 При выполнении ОКР должны быть использованы типовые технологические процессы, стандартизованное и нормализованное оборудование и оснастка.

3.9.2 Конструктивные требования

3.9.3 Конструкторская и эксплуатационная документации на изделие разрабатываются согласно перечню, разработанному в соответствии с ГОСТ 2.601-2013.

3.9.4 Конструкция изделия должна обеспечивать удобный доступ ко всем элементам в процессе эксплуатации и технического обслуживания.

3.9.5 Цвет покрытия наружных поверхностей – защитный RAL 6003.

4 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

4.1. По результатам технико-экономической оценки звена жесткой цепи должны быть уточнены технико-экономические требования к изделию:

- а) ориентировочную стоимость подготовки и освоения серийного производства изделия;
- б) ориентировочную стоимость изделия;

4.2. При выполнении комплекса работ необходимо пользоваться последней редакцией ГОСТов, СТО ТПУ 2.5.01-2006 и других нормативных документов на момент утверждения настоящего ТЗ.

5 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

5.1. Результатом работы являются отчетные материалы, включая:

- научно-технический отчет;
- проект технического задания на разработку звена из состава жесткой цепи.

5.2. Исполнитель предоставляет:

- научно-технический отчет;
- проект технического задания;
- рабоче-конструкторская документация;
- эксплуатационная документация.

Представляются в подлинниках в 5 экз., утвержденных руководителем, консультантами и руководителем ООП и в электронном виде на CD носителе в формате doc, docx, cdw.

Приложение Б

(обязательное)

Rigid chain design and production

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4НМ8Т	Пазылбеков Калжан Саулетович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Дронов В.В.	к.т.н.		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ	Забродина И.К.	к.пед.н.		

Introduction

Since ancient times humans move loads horizontally, vertically and at different angles. Human aspirations in carrying out this type of manipulation always based on increasing efficiency in the performance of certain tasks. Over time the development of design thought, the increase of technological base and manufacturing capability, turned the ways of moving loads into entire industries, formed adjacent directions and gave impetus to development of the civilizations.

The raising of the sails is impossible without traction ropes and block systems, as well as architectural masterpieces would not be built without using counterbalance systems and strength calculations of load lifting. In all cases, between load and mover there was a device which transferring kinetic energy of the mover to the load. At the time, these were rods later they were replaced by lianas and ropes. Ropes have turned into a whole industry, which is used in various areas of society. After a series of industrial revolutions, along with metal ropes, various chains, wires, screws, tubular rods, crankshafts began to use in moving loads.

There are many types of different chains. However, until recent years the main purpose of the chain was to move loads into the air. The chain acted as a lifting element of the traction towards the mover, but not vice versa. The design of such chains has undergone many changes and improvements, depending on the specific application. However, the modern world is on the path to minimizing, increasing efficiency and energy efficiency. And this made it possible to invent the design of a chain drive with the possibility of traction power transmission from the mover. Thus, the chain becomes a direct pusher of the load with the ability to move the latter both horizontally and vertically.

In this work, we consider the life cycle of a rigid chain link.

For instance, we consider the application of such chain as:

1) Concert Hall Zaryadye

Moscow | Russia

Spectacular Zaryadye Park, which includes 25,2m² of performance venues, including a Philharmonic Concert Hall. As with most modern venues, the concert hall

was designed to be multi-purpose, a space that could be reconfigured from flat floor to raked seating to accommodate a variety of events (Figure 1).



Figure 1: Concert Hall Zaryadye

2) BMW WELT

Munich/Germany

The architect's objective was to create a single venue with maximum flexibility for different uses. Rigid chain columns meet this objective by providing a multitude of platform elevation and configuration possibilities. This allows the space to be converted from a perfectly flat floor for an exhibition, to a rake configuration for a show (Figure 2).

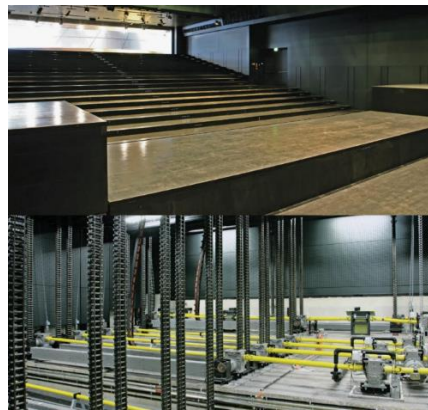


Figure 2: BMW WELT

3) Event podium

Lift platform for dynamic events is aimed to meet the specific requirements of the event industry (Figure 3).

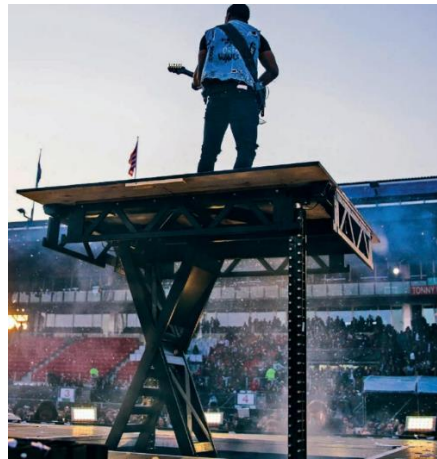


Figure 3: Event podium

4) The State Academic *Bolshoi Theatre* of Russia
Moscow/Russia

Rigid chain supplied several elevation systems for the main stage and the rehearsal room for the famous theatre. The 3 orchestra lift platforms for the main theatre and the 5 platforms for the rehearsal room were fitted with rigid chain elevator columns. The elevation system combines fluid movement, speed and low noise levels (Figure 4).



Figure 4: Event podium

- The scenes in staging rooms and theatres;
- Platform lifts with pantographs;
- Load lifts (warehouses, containers, ship devices);
- Load movement in two planes in metallurgy, woodworking industry;
- Conveyer, including belt.
- Load movement in tubular structures.

Therefore, the research of analogues, the life cycle designing together with improvements have a high priority in raising the quality of human life [1].

Operation principle

The main function of the rigid chain actuator is pushing in which the position of the rigid chain is transferred from horizontal to vertical (Figure 5).

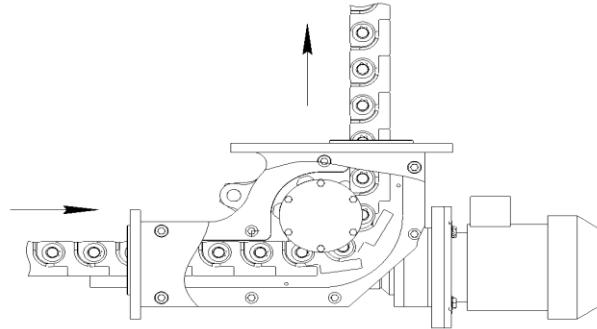


Figure 5: Chain trajectory

During rotation of the sprocket wheel, while turning its teeth into link support rollers and make pushing action in Figure 6.

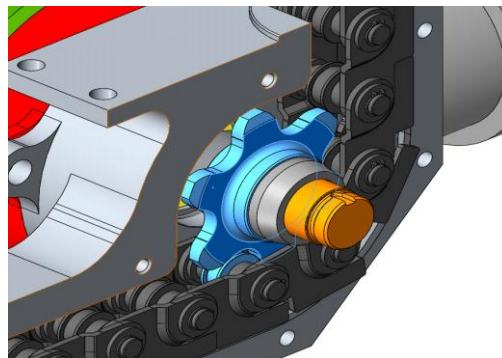


Figure 6: Sprocket-wheel meshing with chain

The chain links has persistent shanks, due to which the links are closed into a single chain (Figure 7). A one-way locking connection is created between the links. Chain link design may vary. Thrust shanks can be replaced with axial stops. We will consider various designs and choose the optimal one below in this paper.

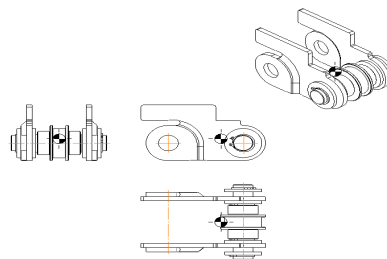


Figure 7: General view of the link

Laying and movement of the chain occurs on one side of the chain, so the chain can only fold in one direction. Thus, the pushing property of the chain is achieved (Figure8).

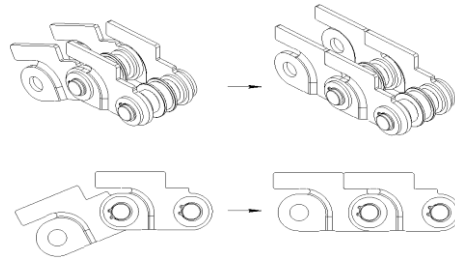


Figure 8: Link

However, this imposes restrictions on the chain free path. Upon reaching a certain height, the center of gravity of several links leads to the formation of smooth bends and the displacement of the motion vector from the vertical. To correct this, in combination with a rigid chain, chain direction devices are used - pantographs, guides, clutch locks, etc., or chains are used with one of the sides of the chain resting on a vertical plane (wall) (Figure 9).



Figure9: Using a chain with stops

Motion kinematics

Rigid Chain collapses and can be coiled clockwise or counterclockwise. The direction that it bends or coils depends on its configuration. And when aligned and pushed in the right direction, it becomes as stiff as a steel column. The chain accomplishes this using articulated links with shoulders that self-support and lock into each other when pushing or lifting a load.

Rigid Chain used to lift loads needs special links because they will be pushed vertically as well as pulled to lower the load and broken to hold the load in an elevated position. So links in vertical applications need to be stronger to handle the additional stresses.

In general, Rigid Chain actuators include the chain, drive housing, and storage magazine. Sprockets inside the drive exert the push on the chain, much like conventional chains. But the load being lifted or pushed exerts a reaction force through the chain heel, creating a locking moment on the chain.

There are two general ways to use these chains: with guides to ensure it remains rigid, or without them, in which case the chain can be supported by a flat surface or have limited lengths or heights.

When either E or T guides are used on horizontal or vertical chain, strokes can be unlimited and thrust capacity is maximized. Guided chain is also more stable and unused links can be stored above or below the stroke path because the chain can be either legs up or legsdown, which determines the chain flexdirection.

When used without guides but supported by a flat plane, the maximum load depends on stroke length and position of the shoulders in relation to the plane. The shoulders can lie against the plane or opposite it.

If the chain is unguided and not supported, such as when it is used as a lifting column, the maximum load depends on the stroke, as well as cycle frequency, speed, and maintenance intervals. When unguided with the shoulders down, the chain is more stable and the return path of the chain is above the stroke path. Conversely, unguided chains with shoulders up get stored below the stroke path [6].

The rigid chain link considered in this paper refers to the component of hoisting-and-transport machines (Figure 10). According to the characteristics of the destination, rigid chains belong to an integral part of batch machines (hoisting cranes, elevators, hoists, floor vehicles).

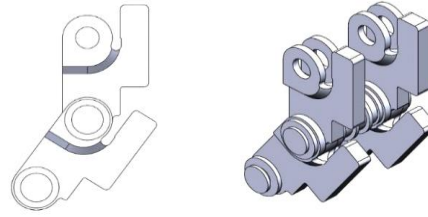


Figure10: Chain link

2 Review of existing analogues

In the review of the analogs there were two big manufacturers specializing on two patents.

a) SERAPID

SERAPID was founded in France in 1972, designs, and manufactures systems to move heavy loads using its proprietary Rigid Chain Technology. In the beginning, SERAPID designed products and solutions for problems encountered by the automobile industry, but soon entered the nuclear and aeronautical market by offering precise, compact and reliable solutions [2].

SERAPID has been designing and producing mechanical actuators for 45 years, meeting the needs of engineers in providing vertical and horizontal movement of heavy loads and quick die change.

SERAPID is the creator and manufacturer of the purely mechanical rigid chain; quick die exchange (QDX) and other special mechanical drive solutions. SERAPID meets the needs of professionals in industry in the two following activities:

- Horizontal and vertical transfer of loads;
- Quick changes for presses and “non-cutting shaping” machines.

SERAPID was founded in Dieppe, France [3].

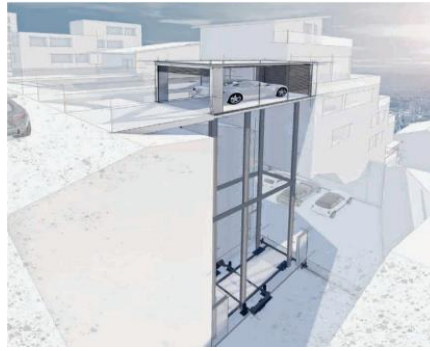


Figure11: Carlift

The range of lifting chains of this manufacturer is extensive and varies depending on the weight of the transported load (Figure 11, Figure 12).



Figure 12: LINKLIFT Technology

b) GROB GmbH Antriebstechnik is located in Mindelheim, Germany.

The innovative products from Grob Antriebstechnik move many machines, plants and units as their heart and perform their duties as lifting cylinders, linear actuators, linear drives, electrical cylinders and linear chains inconspicuously and quietly, but more precisely. One of the activities is to design and produce solution for the lifting mechanisms [4].

c) Patent No. US8250846B2 Aug.28, 2012 for push-pull chain [5].

A push-pull chain that can bend in one direction only, and is provided with at least two rollers on each of the driving pins, one of the rollers engages a drive sprocket and the other of said at least two rollers engages a chain guide surface. It can include an actuator, e.g. opening and closing a window, which uses this dual-roller push-pull chain. Another example can be a link driven push-pull chain that can bend in one direction only with links that is shaped as a locked Surface for gearing a drive sprocket. An actuator, e.g. opening and closing a window, uses the link driven push-pull chain.

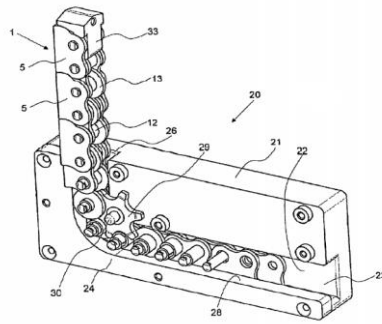


Figure 13: Sketch of the drive and chain

The actuator shown in Figure 13 is composed of a housing 21 and a guide plate 24. The housing 21 may be made as a cast shell profile or be machined from a solid block. The upper side of the actuator for the provision of a substantially closed housing can be closed upwards by a cover plate (not shown). When used as a window or door operator for a window or a door with an openable sash structure, the operator housing will normally be mounted on or in a sash or frame profile which is perpendicular to the opening/closing direction, whereas the free end of the operator member, which is composed of the chain 1, is mounted on the opposite frame or sash profile.

The housing 21 is provided with a chain path 22 extending through a first linear section 23, via an arc-shaped section forming a bend of about 90° to a chain exit 26. On the other end of the linear section 23 the chain path may continue in a conventional manner with further bends, ramps and linear sections to obtain a long chain path in a compact housing that is capable of storing the whole chain 1 in its retracted position.

The chain 1 is in the chain path 23 and the free end of the chain 1 protrudes from the chain exit 26. The free end of the chain 1 can be attached to a bracket 33. The bracket 33 is connected to the object to be actuated, i.e. in case of a window actuator; it is pivotally connected to a window sash (not shown). The chain path 22 is throughout its length delimited by a guide surface 28 of the guide plate 24. The guide surface 28 protrudes into the guide path and between the inner and outer links to engage the large diameter rollers 13, and the guide plate thus acts as a rail.

The drive member accommodated in the housing 21 comprises in the embodiment shown a sprocket 29 positioned concentrically with the arc-shaped section. The sprocket 29 is placed on a shaft 30 that is connected via a reduction

gearing, Such as a straight-, planetary- and/or worm-gear with an electric drive motor (not shown) with reversible rotational direction. The teeth of the sprocket 29 fit between the large diameter of rollers 13 and engage the small diameter of rollers 12.

A rotational movement of the sprocket 29 caused by action of the electric motor causes the chain 1, dependent on the direction of the rotary movement, to move either into or out of the chain path 22.

d) Patent No. SU 1120153 Aug.12, 2083 M.D. Mordvin, A. F. Nikulnikov.

It represents the chain pusher patent for moving pallets. It contains a drive, sprocket-wheel, a chain in the form of links connected by hinges and restrictive rollers, a pushing link and a guide tray.

The aim of the invention is to increase the pusher in the work. This goal is achieved by the fact that the pusher for moving pallets is equipped with a unit for tightening the chain links and the guide, while the pulling unit is made in the form of a spring-loaded flexible element, covering the guide and fixed with its ends on the extreme links of the chain. The guide is made in the form of support rollers pivotally mounted on each of the links along the longitudinal axis of the pusher.

The chain links are made with the possibility of interaction at the end surfaces. Figure 14 shows a general view of the device.

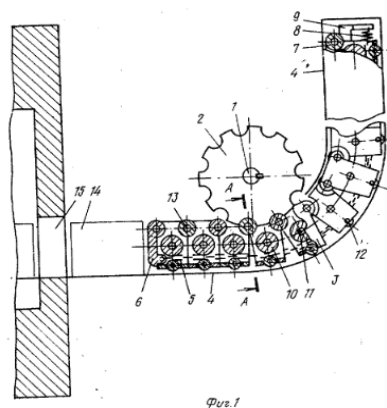


Figure 14: Sketch of the drive and chain patent SU 1120153

The device consists of a drive shaft 1, a gear wheel 2, links 3, a guide tray 4, a flexible element 5, a pushing chain link 6, the last link 7, a spring tension unit 8, bracket 9, support rollers 10, mounted rotatable on fingers 11, restrictive rollers 12, and articulated joint chain 13.

When the drive shaft 1 is turned to the required angle, the gear wheel 2 rotates clockwise. The links 3, driven by the tray 4, cause the ends to line up in a straight line. The ends carry the main compression stress, thereby increasing the durability of the pusher. In order to increase the rigidity the links 3 are compressed by a flexible element 5 from the pushing link 6 to the last link 7 with the help of a tension unit (spring) 8, mounted on an bracket 9, which is rigidly connected to last link 7. Approaching the workpiece 14, the pushing link 6 moves along tray 4 through window 15 in the furnace heating zone.

Under normal operating of the furnace, the movement of the workpieces is carried out by pushing using the next workpiece. And when unloading the furnace (for repair), the working link 6 of the pusher passes through the entire furnace. The rigidity of the target is proportional to the distance of the flexible element 5 from the articulated joint 13. Therefore, the chain is assigned from the latter to the opposite side.

This implementation of the chain pusher allows transferring the necessary effort from the tension unit to the working link of the pusher with both large and small bending radius of the chain. The links lining up in a straight line fit tightly, and the flexible element serves for mutual pressing of the ends of the chain links, which ensures their straightness and the necessary rigidity in the expanded form.

3. Concept development

The beginning of product design, as in all cases, begins with rough drafts - concepts. The appearance of the product and its application in the head product is formed.

When developing concepts, two types of links are taken into account - chains with increased load and chains for low load. For each type of link, there are separate design and manufacturing requirements.

Link type №1

The link of the first type is based on the Serapid production chain. The chain is based on two steel plates fastened together by an axis (Figure 15).

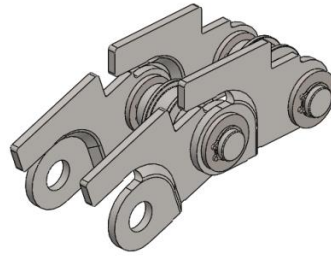


Figure 15: Link type No. 1

The plates in the construction contain shanks, by means of which the links engage and support each other (Figure 16).

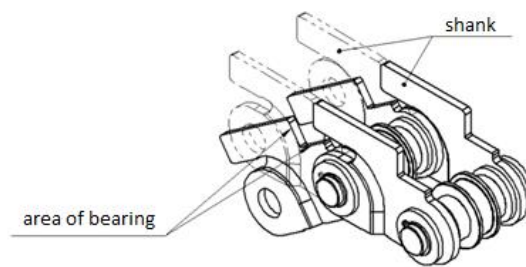


Figure 16: Link type No. 1

Because the link shank as an emphasis should be in the same plane with the next link, it is necessary that they are in the same plane. To do this, a recess is made in the plates, into which the plate of the next link is recessed. Thus, the question of the displacement of the plates during their assembly is solved (Figure 17).

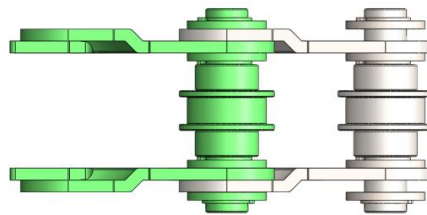


Figure 17: Link type No. 1

Link type No.2

The basis for the conceptual solution of the link of type No. 2 is taken patent No. EA200602106A1 20071026 on 2007.10.26.

The base of the chain link design is sheet metal plates. The coupling of the plates with each other is carried out through the stops on the shaft (Figure 18).

For links of this type, increased demands are made on the strength of joints and resistance to high loads. Due to the fact that, according to the statement of work, the number of manufactured products does not exceed 2000 pieces per year. This circumstance must be taken into account while designing a structure.

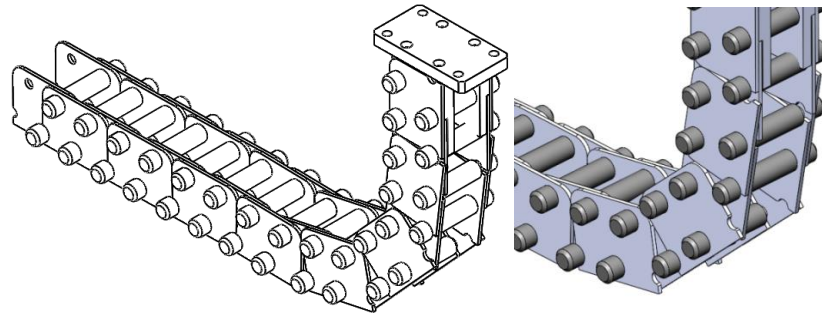


Figure 18: Link type No. 2

3.1. Design engineering

In this paper, the life cycle of a link of type No. 1 is analysed. The technological stages of the manufacture of the considered types of links are similar. However, the link No. 1 at the given stage of the conceptual solution is much smaller in weight, dimensions. At the same time, link type No. 1 is much less rigid in construction than link type No. 2. Thus, using the expert method, we can conclude that the link of type No. 1 can be used for a limited weight load of lifting / moving the payload. When, as a link, type No. 2 at the stage of conceptual development with the help of an expert assessment is presented as a more lifting product with the possibility of lifting / moving the payload more significant than the link type No. 1. As a prototype of the study of the life cycle in this work, the link type No. 1 is considered. As an alternative product for the study of the reprofiling of the product life cycle, a link of type No. 2 is analysed. Thus, then the main part of the design will concern the link of type No. 1.

References

1 Kinetic Architecture - The Art of Moving Structures. [Internet - resource]. - Access mode: <https://www.serapid.com/en/downloads/kinetic-architecture-art-moving-structures>, free. [Assessed: 12.05.2020].

2Linklift. [Internet - resource]. - Access mode:<https://www.serapid.com/en/products-and-solutions/linklift-lift-system-heavy-loads>, free. [Assessed: 12.05.2020].

3 Linearchains. [Internet - resource]. - Access mode: <https://www.grob-antriebstechnik.de/en/products/linearchains>, free. [Assessed: 15.05.2020].

4 Push-pull chain and actuator. [Internet - resource]. - Access mode:<https://patents.google.com/patent/US8250846B2/en>, free. [Assessed at: 15.05.2020].

5 Rigid Chains can lift, push, and pull loads. [Internet - resource]. - Access mode: <https://www.machinedesign.com/news/article/21829605/rigid-chains-can-lift-push-and-pull-loads>, free. [Assessed: 15.05.2020].

Приложение В1. ФЮРА.71314.001 Втулка, Чертеж детали

Перв. примен. ФЮРА.303629.001	ФЮРА.71314.001				$\sqrt{Rz\ 40\ (\nabla)}$									
	<p>0,5/45° 2 фаски</p> <p>9,9</p> <p>$\Phi 16_{-0,1}$</p> <p>$\Phi 24^*$</p>													
Справ. №														
Подп. и дата														
Инв. № дубл.	<p>1 Материал-заменитель: - Круг 24 ГОСТ 2590-2006/10 ГОСТ 1050-2013; - Круг 24 ГОСТ 2590-2006/15 ГОСТ 1050-2013. 2 *Размер для справок. 3 Общие допуски по ГОСТ 30893.1 - т. 4 Покрытие Ц9хр. Площадь покрытия 17 см². 4 Остальные технические требования - по ОСТ4 ГО.070.014.</p>													
Взам. инв. №														
Подп. и дата														
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<p>ФЮРА.71314.001</p> <p>Втулка</p> <p>24 ГОСТ 2590-2006 Круг 20 ГОСТ 1050-2013</p>								
	Разраб.	Пазылбеков												
	Пров.													
	Т.контр.													
	Нач.отд.													
	Н.контр.													
	Утв.													
<table border="1"> <tr> <td>Лит.</td> <td>Масса</td> <td>Масштаб</td> </tr> <tr> <td></td> <td>19 г</td> <td>2.5:1</td> </tr> <tr> <td>Лист</td> <td colspan="2">Листов 1</td> </tr> </table>						Лит.	Масса	Масштаб		19 г	2.5:1	Лист	Листов 1	
Лит.	Масса	Масштаб												
	19 г	2.5:1												
Лист	Листов 1													

Копировал

Формат А4

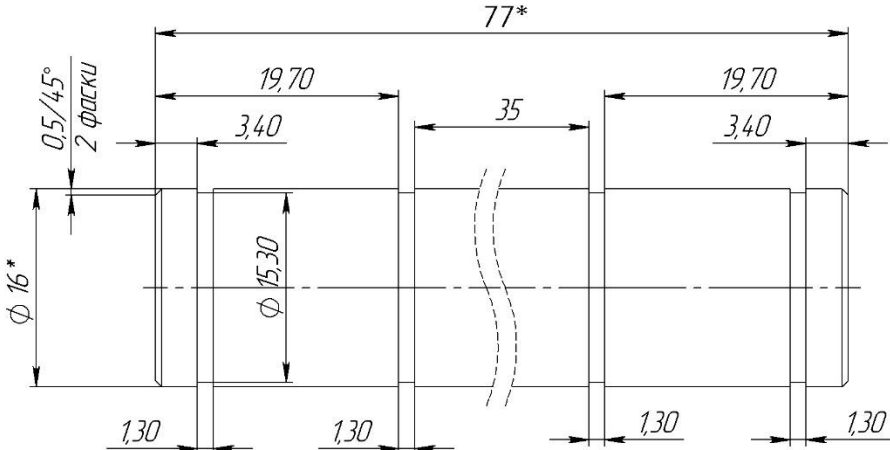
Приложение В2. ФЮРА.713651.001 Ролик, Чертеж детали

Перв. примен. ФЮРА.303629.001	ФЮРА.713651.001				√ Rz 40 (√)																																										
Справ. №	<p>1 Материал-заменитель: - Круг 36 ГОСТ 2590-2006/10 ГОСТ 1050-2013; - Круг 36 ГОСТ 2590-2006/15 ГОСТ 1050-2013. 2 *Размер для справок. 3 Общие допуски по ГОСТ 30893.1 – т. 4 Покрытие Ц9.хр. Площадь покрытия 44 см². 5 Неуказанные скругления 0,3 мм. 6 Остальные технические требования – по ОСТ4 ГО.070.014.</p>																																														
	<table border="1"> <tr> <td colspan="5">ФЮРА.713651.001</td> </tr> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td>Пазылбеков</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Пров.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Т.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Нач.отд.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>								ФЮРА.713651.001					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разраб.	Пазылбеков				Пров.					Т.контр.					Нач.отд.					Н.контр.					Утв.			
ФЮРА.713651.001																																															
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																																											
Разраб.	Пазылбеков																																														
Пров.																																															
Т.контр.																																															
Нач.отд.																																															
Н.контр.																																															
Утв.																																															
Инв. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	<table border="1"> <tr> <td colspan="3">Ролик</td> </tr> <tr> <td>Лит.</td> <td>Масса</td> <td>Масштаб</td> </tr> <tr> <td></td> <td>70 г</td> <td>2:1</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Лист</td> <td>Листов 1</td> </tr> </table>				Ролик			Лит.	Масса	Масштаб		70 г	2:1	Лист		Листов 1																												
				Ролик																																											
Лит.	Масса	Масштаб																																													
	70 г	2:1																																													
Лист		Листов 1																																													
36 ГОСТ 2590-2006 Круг 20 ГОСТ 1050-2013																																															

Копировал

Формат А4

Приложение В3. ФЮРА.715413.001 Ось, Чертеж детали

Перв. примен. ФЮРА.303629.001		ФЮРА.715413.001		$\sqrt{Rz\ 40\ (\sqrt{\quad})}$	
Справ. №					
Подп. и дата		<p>1 Материал-заменитель: – Круг 16 ГОСТ 2590-2006/10 ГОСТ 1050-2013; – Круг 16 ГОСТ 2590-2006/15 ГОСТ 1050-2013. 2 *Размеры для справок. 3 Общие допуски по ГОСТ 30893.1 – т. 4 Покрытие Ц9.хр. Площадь покрытия 44 см². 5 Неуказанные скругления 0,3 мм. 6 Остальные технические требования – по ОСТ4 ГО.070.014.</p>			
Взам. инв. №		ФЮРА.715413.001			
Инв. № подл.		Звено			
Подп. и дата		Лит.		Масса	Масштаб
Инв. № подл.		Лист		0.12	2:1
Подп. и дата		Листов 1			
Инв. № подл.		16 ГОСТ 2590-2006 Круг 20 ГОСТ 1050-2013			
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Подп. и дата					

Приложение В4. ФЮРА.303629.001 Звено, Спецификация

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №									
							Документация		
		A4			ФЮРА.303629.001 СБ	Сборочный чертеж			
							Детали		
A4	1		ФЮРА.71314.1001	Втулка	2				
A4	2		ФЮРА.71365.1001	Ролик	1				
A4	3		ФЮРА.7154.13.001	Ось	1				
A3	4		ФЮРА.743256.001	Пластина	1				
	5		-01	Пластина	1				
					Стандартные изделия				
	6				Кольцо А10.Ц9.хр ГОСТ 13942-86	4			
	7				Шайба С.10.04.019 ГОСТ 11371-78	4			

Приложение В5. ФЮРА.743256.001 (-01) Пластина, Чертеж детали

Перв. примен.
ФЮРА.74.3256.001

Стр. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

ФЮРА.74.3256.001

АБВГ.74.3256.001

√ Rz 40

АБВГ.74.3256.001-01 – зеркальное отражение
Остальное – см. АБВГ.74.3256.001

- 1 Материал-заменитель Лист 9 ГОСТ 19903-2015
20 ГОСТ 1577-93
- 2 *Размер для справок
- 3 Общие допуски по ГОСТ 30893.1 – т
- 4 Покрытие Ц9 хр. Площадь покрытия 100 см²
- 5 Остальные технические требования – по ОСТ4 ГО.070.014

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Пазылдеков			
Прод.				
Т.контр.				
Нач.отд.				
Н.контр.				
Чтв.				

ФЮРА.74.3256.001		
Лист	Масса	
	0.14	11
Листов 1		
Лист 9 ГОСТ 19903-2015		
Стэнс ГОСТ 1577-93		

Пластина

Документ 43

Приложение В6. ФЮРА.303629.001 СБ Звено, Сборочный чертеж

